

MTE INEN 1 Tomo 1 (1991) (Spanish): Manual de Práctica Estándar para el Dibujo de Estructuras de Hormigón Armado. Tomo 1.

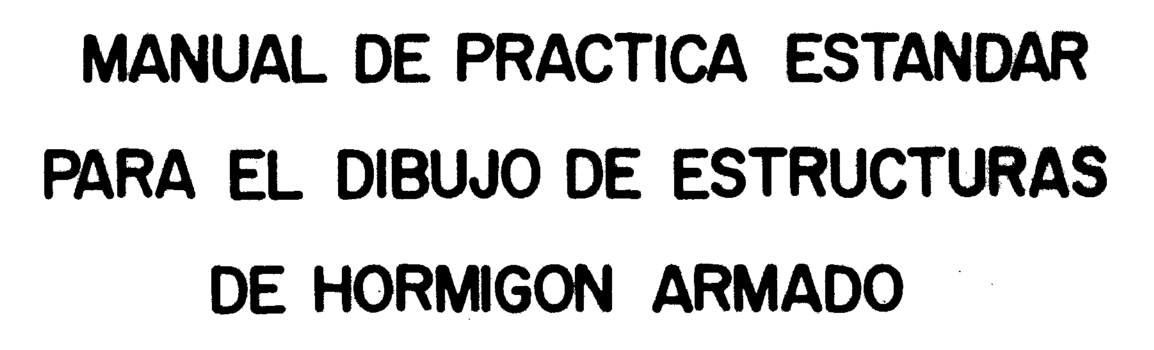
BLANK PAGE



5

INEN

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION



MANUAL DE PRACTICA ESTANDAR PARA EL DIBUJO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO

TOMO 1

QUITO - ECUADOR
1991



CONTENIDO

TITULO		Página

PROLOGO

El Instituto Ecuatoriano de Normalización entrega a los profesionales ingenieros civiles y arquitectos del Ecuador este "Manual de Práctica Estándar para el Dibujo de Estructuras de Hormigón Armado".

El objeto de este Manual es el de racionalizar y simplificar el Dibujo de estructuras, en aplicación a las regulaciones empleadas desde hace muchos años atrás en los Estados Unidos de Norte América y en varios países latinoamericanos.

Con este fin, se ha llevado a cabo la traducción del documento publicado por el Instituto Americano de Hormigón titulado "Manual of Standard Practice for Detailing Reinforced Concrete Structures" (A.C.I. 315-74).

Sin embargo, aunque se ha traducido fielmente el documento indicado, ha sido necesario adaptar algunas de sus disposiciones a las condiciones de trabajo en el medio ecuatoriano. En especial se han efectuado tres reformas importantes que son:

a) El uso del Sistema Internacional de Unidades en aplicación de la Ley de Pesas y Medidas;

b) El uso de los formatos normalizados, de acuerdo con la Norma INEN 72;

c) El uso de escalas normalizadas, de acuerdo con la Norma INEN 568

Para la realización de este trabajo se ha contado con la valiosa colaboración de la Sociedad Ecuatoriana de Ingeniería Estructural, a la cual presentamos nuestro reconocimiento.

Es posible que, dada la complejidad del texto traducido y el tema tratado, se hayan deslizado algunos errores e incongruencias, por lo que agradeceremos el envío de cualquier observación técnica fundada sobre la calidad de este documento.

Quito, agosto de 1991

Felipe Urresta
Ingeniero Civil, M. Sc.
DIRECTOR GENERAL



INSTRUCCIONES PARA EL USO DEL MANUAL DE PRACTICA ESTANDAR

1. El Manual que se presenta a los profesionales ingenieros civiles y arquitectos del Ecuador está compuesto de dos tomos: el tomo 1 que contiene las especificaciones generales del Dibujo de Estructuras de Hormigón Armado, y el tomo 2 que está compuesto de las láminas correspondientes a cada caso particular del dibujo.

2. Naturalmente, en el tomo 1 también consta una referencia particular a cada lámina, de acuerdo a un Código de numeración tanto de las láminas, como de las páginas correspondientes al tomo 2.

3. Como se indica en el prólogo, las unidades de medida del documento original se han modificado de acuerdo a las disposiciones vigentes del Sistema Internacional de Unidades, SI y a las normas INEN sobre formatos de papel y Dibujo de Arquitectura y Construcción.

4. El INEN agradecerá cualquier observación o comentario que permita mejorar el documento en una próxima edición.

5. La adaptación y traducción del Manual ACI-315-74 fue realizada por los señores Ingeniero Gustavo Jiménez M., Director de Normalización y Arquitecto Carlos Maldonado P., Jefe del Departamento de Arquitectura y Urbanismo.

El INEN agradece al American Concrete Institute el permitir su uso en las tareas académicas y de enseñanza de este importante documento.

MANUAL DE PRACTICA ESTANDAR
PARA DIBUJO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO
(ACI 315-74)

CAPITULO 1

INTRODUCCION

El objetivo del Manual de Dibujo Estructural, ACI, como está establecido en la primera edición,ha sido presentar métodos y normas mejorados para elaborar dibujos para la preparación y colocación de acero de refuerzo en estructuras de homigón armado. El uso de dichos métodos y normas mejorados redundará en una mejor construcción de hormigón, tanto como una simplificación y reducción del trabajo requerido para preparar dichos dibujos. En subsiguientes ediciones del manual, se ha dado mayor énfasis al rol del diseñador, al planificar detalles de refuerzo y estructura, de tal manera que el dibujante pueda hacer su trabajo entera y correctamente, sin estar obligado a completar el diseño. El manual contiene ahora una gran cantidad de información para preparar los dibujos de ingeniería. El crecimiento de las industrias de hormigón prefabricado y preesforzado, donde los procesos de fabricación están involucrados tanto para el hormigón como para el acero, ha dado al diseñador nuevas responsabilidades en la preparación de dibujos de obra. Un capítulo ha sido añadido al manual para abarcar este desarrollo, y el creciente uso de las computadoras para ayudar al dibujante han hecho necesario el aumento de otro capítulo. Así, el significado del término DIBUJO, como aparece en el título "MANUAL DE PRACTICA ESTANDAR PARA EL DIBUJO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO (ACI 315-74)" ha asumido una mayor significación.

Los típicos dibujos de preparación y colocación están indicados en este manual para ilustrar el uso de las normas. Los diseños utilizados no son necesariamente los mejores o los más económicos, aunque, en general, éstos cumplen las disposiciones de los ***"Requisitos del Código de Construcción para Hormigón Armado (ACI-318)"*** del Instituto Americano del Hormigón, o aquellos de las especificaciones de la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras del Estado.

Se deberá enfatizar que este es un manual de dibujo y no un manual de diseño. Los dibujos de diseño, en este libro, están incluidos únicamente para mostrar los mejores métodos de proveer información para el dibujante y no para establecer procedimientos de diseño. El capítulo 5 considera el punto de vista del diseñador con mayor detalle.

Todos los proyectos deberán diseñarse, dibujarse y prepararse, bajo los códigos y especificaciones que aplican los ***"Requisitos del Código de la Construcción para Hormigón***

Armado (ACI 318-71)" para edificios, muros de contención y estructuras similares (de aquí en adelante nos referiremos a edificios) y las especificaciones de la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras del Estado para puentes, alcantarillas, y estructuras similares en el campo de carreteras (de aquí en adelante se refieren a estructuras de carreteras). La mayoría de términos genéricos de estructuras de edificios y carreteras simplifican el texto del manual y deben interpretarse en el sentido amplio de que el trabajo está hecho bajo una u otra de las especificaciones conocidas a nivel nacional.

La propia preparación de los dibujos de ingeniería y ubicación requiere de un conocimiento general del procedimiento entero desde la etapa de diseño hasta la colocación de acero de refuerzo. El procedimiento está dividido en las siguientes cuatro partes:

1. **DISEÑO.** Incluye los cálculos y la preparación de los dibujos de ingeniería para mostrar la disposición general de la estructura, el tamaño y el refuerzo de los miembros, y toda otra información en la forma de notas y diagramas necesarios para la apropiada interpretación de las ideas del diseñador (ver capítulo 6).

2. **DIBUJO.** Consta de la preparación de dibujos de ubicación, detalles de acero de refuerzo y planillas de hierros, las cuales son usadas para la fabricación y ubicación del refuerzo en la estructura.

3. **PREPARACION.** Consiste en el trabajo real de taller en acero de refuerzo, tal como corte, doblado, atado y rotulado (capítulo 4).

4. **UBICACION.** Consiste en tender las varillas y asegurarlas dentro de la posición prescrita en los encofrados. Aunque el propósito de este manual es instruir a los dibujantes de varillas en como hacer los dibujos, ha servido al propósito secundario de dar sugerencias a los arquitectos e ingenieros para trasmitir sus requisitos de diseño al dibujante. Consecuentemente, el capítulo 6 está incluido para dar un resumen breve de qué información debe ser dada por el diseñador al dibujante y como cumplir ésto de la manera más simple y clara.

Se consigue la máxima economía mediante el uso de materiales, tamaños y práctica de fabricación de acuerdo a normas. El capítulo 2 presenta prácticas normales para diseño y dibujo de diversos elementos en construcción de hormigón armado. Los capítulos 4, 5 y 7 presentan las últimas normas para materiales de refuerzo, fabricación y uso.

Las estructuras de carreteras son usualmente diseñadas y dibujadas en los departamentos de carreteras de los diversos estados, aunque un consultor externo puede ser empleado en estructuras individuales. En ese caso se aplicarán las especificaciones AASHO, junto con cualquier otra específica de la Administración Federal de Carreteras o requisitos de carácter local.

Las estructuras de edificios están usualmente diseñadas por un ingeniero, quien es empleado directamente por el propietario ó por el arquitecto del propietario, y todo ese trabajo deberá sujetarse a los códigos y ordenanzas locales, muchos de cuyos requerimientos están basados en el ACI 318-71.

(Continúa)

CAPITULO 2

DIBUJOS DE INGENIERIA Y UBICACION

2.1 Principios generales

Mucho tiempo y gastos pueden ahorrarse en la oficina de dibujo, taller de preparación y en la obra, si los dibujos son preparados en forma simple, clara y completa. Los dibujos no deberán contener líneas, marcas, símbolos o dimensiones innecesarios. Sin embargo, éstos deberán contener un adecuado grupo de notas y toda la información esencial, en una forma que pueda ser rápida y correctamente interpretada.

Un dibujo es más que la delineación gráfica de una estructura; es una orden definida para el trabajador que realiza ciertas operaciones en una manera específica. Un dibujo deberá trasmitir órdenes definidas para ciertos trabajos. Como este criterio en mente, el dibujante de varillas de refuerzo puede mejorar materialmente su presentación mediante el cumplimiento de lo siguiente: (1) las órdenes de emisión que indiquen "*varilla doblada*" en lugar de "*esta varilla ha de ser doblada*", (2) enfatizar los temas específicos delineados, por ejemplo, al dibujar materiales de refuerzo mostrar sólo ligeramente lo suficiente de la mampostería contigua, acero estructural u otros materiales que marquen las condiciones determinantes, y mostrar las varillas de refuerzo, mallas soldadas de alambre, soportes de varillas y formas de acero (si están incluidas) pesada, clara, simple y completamente; (3) hacer todas las notas breves, claras y explícitas, sin dejar motivo de confusión; (4) hacer todos los dibujos lo suficientemente grandes y escribir sus leyendas claramente, de tal manera que luego de ser manejados y doblados en el campo todavía sean legibles para el usuario; los dibujos que sean reducidos fotográficamente requerirán líneas y letras gruesas.

2.2 Normas de dibujos

Los dibujos de ingeniería, los cuales reciben considerable uso y deben ser preservados para referencia futura, son algunas veces hechos con tinta sobre tela calco, pero los dibujos de colocación que son para uso temporal, son casi invariablemente hechos con lápiz sobre papel calco.

2.2.1 *Dibujos extras*

Cuando los dibujos de ubicación son requeridos para ser con tinta sobre tela calco, este hecho deberá establecerse en las especificaciones o contrato, como una carga extra hecha para este tipo de dibujo.

2.2.2 *Tamaños*

Los dibujos deberán hacerse en tamaños normalizados, basados sobre anchos comerciales de papel calco y unidades de archivo normalizadas. El tamaño de la estructura usualmente determina el tamaño normalizado más cercano al del dibujo. En algunos casos, puede

(Continúa)

ser necesario dividir estructuras extremadamente grandes en unidades y colocar partes de la misma unidad sobre dos o más láminas.++ Por conveniencia en el manejo en la obra, tanto como en la oficina, todas las láminas deberán ser de un mismo tamaño.

Existen dos series reconocidas de tamaños normalizados: las normas comerciales utilizadas por la mayoría de los arquitectos, ingenieros y compañías consultoras, y las normas federales (recomendadas por la Asociación de Normas Americanas) utilizadas por muchas de las Agencias Federales y Departamento de Carreteras del Estado (ver nota 1).

Generalmente usados para planillas de hierros y detalles de doblado:

8 1/2 x 11 pulgadas	11 x 17 pulgadas

Generalmente utilizados para dibujos de ubicación:

Normas Comerciales	**Agencias Federales**
18 x 24 pulgadas	17 x 22 pulgadas
24 x 36 pulgadas	22 x 34 pulgadas + 2 pulgadas para encuadernar (AASHO)
30 x 42 pulgadas	28 x 40 pulgadas + 2 pulgadas para encuadernar
	34 x 44 pulgadas

Todas las dimensiones estarán fuera de la línea de corte del margen. Las líneas del borde están dentro de éste.

Los dibujos en este manual han sido presentados en formatos normalizados de acuerdo a la norma INEN 72.

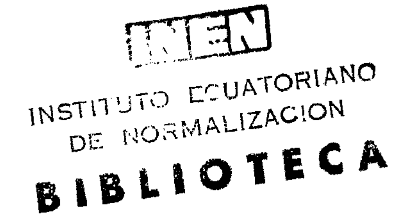
2.2.3 *Disposición*

Los dibujos usualmente muestran una planta, elevaciones, secciones y detalles de una estructura, acompañados de planillas para cimentaciones, columnas, vigas y losas.

La planta deberá ser dibujada en la esquina izquierda superior de la lámina, con las elevaciones y detalles abajo y a la derecha del plano. Las planillas deberán colocarse en la esquina derecha superior del dibujo. Ver figura 2.1 para el plano recomendado.

NOTA 1. Al adoptar este documento como Guía de Práctica INEN debe aplicarse la norma INEN 72. Formatos de papeles. Series de formatos finales.

(Continúa)



2.2.4 *Dirección*

Una flecha indicando la dirección del norte deberá estar colocada junto a cada planta, de tal manera que el constructor pueda orientar el dibujo rápidamente. De preferencia, la dirección hacia el norte deberá estar en la parte superior de la hoja. Cuando esto no es factible, deberá estar en la parte superior de la hoja la dirección hacia el oeste. Los dibujos de ubicación deberán estar trazados de la misma manera que los dibujos de ingeniería correspondientes cuando esto sea factible.

2.2.5 *Escalas*

La escala seleccionada deberá ser tan pequeña como muestre claramente la cantidad deseada de detalles (de tal manera que se tengan dibujos en un tamaño manejable), pero lo suficientemente grande como para que lleve todos los detalles claramente. Para cumplir estos las escalas siguientes son sugeridas (ver nota 2).

Planta	1/8" = 1' - 0" ó 1/4" = 1' - 0" Lo último deberá ser utilizado donde sea factible.
Elevaciones:	1/4" = 1' - 0"; 3/8" = 1' - 0"; 1/2" = 1' - 0"
Secciones:	Construcciones: 1/4" = 1' 0"; 3/8" = 1' 0; 1/2" = 1' 0"; 3/4" = 1' 0"; 1" = 1' 0"; 1 1/2" = 1' 0" Puentes: 3/8" = 1' - 0"; 1/2" = 1' 0; 3/4" = 1' 0" = 1' 0"; 1 1/2" = 1' - 0"
Esquemas de puente:	Frecuentemente hecho en pequeñas escalas (1" = 20' - 0" ó 1" = 40' - 0") para mostrar el proyecto completo.
Planillas:	Espaciado vertical entre líneas no menores que 1/4 pulgada, preferentemente un poco más.

La escala utilizada deberá indicar en todos los dibujos de ingeniería, preferentemente bajo el título de cada vista. Los dibujos que puedan ser ampliados o reducidos en reproducción deberán mostrar una escala gráfica tanto como una descriptiva que ayude al usuario.

2.2.6 *Escritura*

Toda escritura será clara, legible y, para impresiones de tamaño normal, no menor que 3,2 mm de alto. Si hay que hacer impresiones fotográficas pequeñas para uso en el campo, la escritura deberá ser correspondientemente más grande.

NOTA 2. Al adoptar este documento como Guía de Práctica INEN debe aplicarse la norma INEN 568. Dibujo de Arquitectura y Construcción. Formas de presentación, formatos y escalas.

(Continúa)

2.2.7 *Símbolos*

El uso de designaciones, símbolos y abreviaturas normalizadas reducirá el tiempo de trazado y hará los dibujos simples y claros. Se ahorra tiempo mediante la omisión de designaciones innecesarias. Algunas veces las marcas de pies y pulgadas en las dimensiones pueden ser omitidas sin causar confusión. Un ejemplo de las abreviaturas innecesarias o símbolos es el uso de o.c ó c.c en conexión con el espaciamiento de varillas. El uso del símbolo @es suficiente, tal como 16 mm @ 200 mm, que significa varillas de 16 mm espaciadas en 200 milímetros de centro a centro. La distancia de centro a centro de varillas paralelas es siempre medida perpendicularmente a los ejes longitudinales de las varillas.

Algunas de las abreviaciones más comunes utilizadas son:

#	Para indicar el tamaño de varilla deformada.
ϕ	Círculos simples, como espirales.
@	Espaciamiento de centro a centro.
◄——►	Dirección en la cual las varillas se extienden.
|◄——►|	Límites de área cubierta por varillas.

Pl Varilla lisa
Rt Doblado
Str Recto
Stir Estribo
Sp Espiral
CT Amarre de columna
IF Cara interior
CL Despejar
OF Cara externa
NF Cara cercana
FF Cara lejana
EF Cada cara
Bot Inferior
EW Cada vía
T Superior

Al usar símbolos, abreviaturas y notas, se debe poner cuidado al hacer claros los significados y que no quieran decir más de una cosa. Como ejemplo, la anotación "12 - 16 mm en ambas direcciones" será interpretada como 12 en cada dirección, ó 6 en cada dirección haciendo un total de 12. Para evitar esto, es mejor utilizar la palabra ***"cada"*** en lugar de ***"ambos"***, como "12 - 16 mm en cada dirección". Lo mismo sería verdad al referirse a cada cara de una estructura de hormigón.

(Continúa)

La claridad y la facilidad de leer los dibujos se aumentan si el mismo tipo de línea es utilizado completamente para el mismo propósito. El espesor de las líneas podrá ser variado para acentuar las características importantes. Una normalización sobre los tipos de línea para todos los dibujos facilitará la preparación y uso de los planos. Las sugerencias para la delineación son como a continuación se indica:

Líneas de Hormigón

Hormigón no expuesto o líneas de pared de mampostería

Refuerzo

Líneas de eje

Líneas de dimensión

Estructura de vigas de hormigón en columnas, la cual se extiende a través del piso.

Estructura de vigas de hormigón en columnas, las cuales se terminan al piso.

Más adelante se mostrarán vigas, columnas y paredes como ellas irán apareciendo después de que el hormigón haya sido colocado. Algunos ingenieros, para evitar que se dibujen demasiadas líneas, muestran los contornos del hormigón para vigas y columnas en líneas llenas.

2.3 Marcas de edificios

Las partes de un edificio son frecuentemente designadas por marcas que indican el piso, tipo de miembro y miembro específico, por ejemplo, 2B3 indica la viga del segundo piso número 3, y 3S4 indica el tercer piso de losa número 4. Los pisos son indicados por numerales con B y R siendo utilizados para base y techo, respectivamente.

El tipo del miembro está usualmente indicado por las siguientes letras:

B	Vigas	J	Viguetas
C	Columnas	L	Dinteles
F	Cimentaciones	S	Losas
G	Viga maestra	W	Paredes

A las losas, vigas, viguetas, viga maestra y algunas veces cimentaciones que son similares en los dibujos de ingeniería, se les da el mismo número. Para evitar confusión, las mismas designaciones deberán ser utilizadas en dibujos de colocación como en dibujos de ingeniería. Sin embargo, se podrá encontrar que los miembros que aparecen similares en los dibujos de ingeniería están un poco más diferenciados cuando se detallan sobre dibujos de ubi-

(Continúa)

cación debido a su continuidad u otros factores. En tales casos, una letra sufija será añadida a la designación para diferenciar los números: por ejemplo, si parte de las vigas marcadas 2B3 sobre el dibujo de ingeniería realmente difiere de las otras, el dibujo de colocación mostrará parte de las vigas como 2B3 y las otras como 2B3A. En pisos con viguetas de hormigón podrán existir tantas variaciones de las viguetas básicas mostradas en los dibujos de ingeniería que será necesario cambiar las designaciones básicas, (como , ejemplo, del prefijo J al prefijo R, para nervadura). A excepción de tales circunstancias, es mejor mantener las designaciones originales con sufijos.

Generalmente, las columnas y las cimentaciones son enumeradas consecutivamente o son designadas mediante un sistema de coordenadas. El último esquema es particularmente aplicable donde el plan es regular. Con este sistema, las líneas de eje de las columnas son numeradas consecutivamente en una dirección y señaladas en letras consecutivamente en otra dirección. La designación de la columna está obtenida de las dos líneas que intersectan en la columna.

Los sistemas de marcado descritos designan los miembros individuales de hormigón de una estructura. Las varillas de refuerzo deberán ser también identificadas individualmente.

Las varillas dobladas sólo son dadas una marca para ayudar a los colocadores del acero a seleccionar las varillas apropiadas para cada miembro. El tamaño y longitud de la varilla recta son su propia identificación. Existen varios sistemas de varillas marcadas.

En un sistema, todas las varillas dobladas en un miembro son simplemente dadas la marca de ese miembro, a veces con sufijos A, B, etc. cuando más de un tipo de varilla doblada es utilizado.

En otro sistema, todas las varillas de la misma clase son dadas una marca, la cual indica el piso, tipo de miembro, tamaño y número de serie de la varilla, tal como 2B605 indicando la viga del segundo piso, # varilla de 18 mm y la quinta varilla en consecuencia de marcado. El piso es indicado por número, el tipo de miembro por letra, y el tamaño de la varilla y número de serie con un numeral de tres dígitos. El primer dígito indica el tamaño de la varilla. Los dos últimos dígitos designan la varilla específica del tamaño dado. Estos números son usualmente asignados en el orden aproximado en los cuales son enlistados. Estribos, anclajes y uniones son marcados con las letras U, D y T, respectivamente, antes que la letra del miembro.

Otro sistema de marcado utiliza una designación de letras para un segmento particular de una estructura y para marcar consecutivamente todas las varillas dobladas como éstas son detalladas sin relación a su ubicación o tamaño (ver láminas 8.7, 8.9). Las paredes podrían ser designadas W y las columnas C, pero más frecuentemente la letra es escogida arbitrariamente, comenzando con A y trabajando a través del alfabeto con cada sección sucesiva. Sin embargo, como una ayuda para el colocador de varilla, el tamaño de varilla es añadido como un prefijo para todas las marcas.

(Continúa)

Donde un proyecto consta de un número de estructuras pequeñas, es común reemplazar el numeral del piso con una letra para designar la estructura. Como un ejemplo, en una planta de tratamiento de aguas servidas, las marcas 6DW11 y 5FS14 designaría la pared del digestor, varilla de 18 mm y una losa filtradora, varilla de 16 mm, respectivamente.

2.4 Marcas - Estructuras de carreteras

Cada estructura de carretera está identificada por un número de puente o un número de estación (cada estación tiene 100 metros lineales) el cual designa su ubicación en el proyecto. Por ejemplo, un número de estación 98 + 53 denotaría una localización de 9 853 metros medidos a lo largo de la línea de eje de una carretera desde el punto de inicio. Esta identificación de estación o número de puente deberá ser mostrado en toda etiqueta de fardos en los papeles de embarque para facilitar una fácil distribución de varillas de refuerzo para entrega.

Para estructuras pequeñas simples, tales como alcantarillas, puentes de losa, registros de inspección y sumideros, un número de estación en adición a la descripción del título de la estructura es una identificación suficiente, sin dividir la estructura dentro de unidades más pequeñas para un marcado adicional.

Las estructuras más grandes, tales como puentes de caballetes, vigas de plataforma de hormigón, puentes de vigas I, puentes de tipo continuo y arcos, constan de unidades pequeñas, las cuales juntas hacen una estructura completa. Estas unidades se refieren como a doblados en los extremos, doblados intermedios, estribos, pilares, muros de contención, tramos extremos, tramos intermedios, etc., y podrán ser designados mediante marcado tal como W1 para el muro de contención al estribo del este del tramo No. 1, y similares. Las vigas o vi' guetas individuales son algunas veces marcadas G1, G2, etc. Las unidades de construcción de alcantarillado demasiado largas, como de un diseño de barril, para condiciones variables de carga, o donde las uniones de construcción son requeridas a través del barril, podrían ser identificadas por los números de sección.

Es difícil establecer más de un procedimiento general para marcar las estructuras establecidas aquí. Los ejemplos dados en este manual ilustrarán los métodos usuales. Las planillas de varillas de refuerzo también mostrarán cómo estas marcas son utilizadas para dividir una estructura dentro de las partes, capacitando al fabricante para hacerla más conveniente para la dobladora de varillas al entregar las varillas en lotes como se requiere.

Unicamente las varillas dobladas son marcadas para las estructuras de edificios, mientras que para las estructuras de carreteras, tanto la varilla recta como la doblada tienen marcas individuales. En primer lugar, esta diferencia en la práctica podría parecer inconsistente, pero en las estructuras de carreteras tales como alcantarillas, la disposición de las varillas es la misma, sin tomar en cuenta el tamaño o longitud. De tal manera que las marcas estandarizadas han venido a ser utilizadas para varillas colocadas en la misma posición relativa en alcantarillados. Al igual que en los tramos de puentes, las varillas son típicamente arregladas y tienen marcas normalizadas aplicadas. El siguiente es un sistema típico de marcado para designar varillas en los tipos más comunes de estructuras:

(Continúa)

Alcantarillado:	
Losa superior e inferior transversal	A, A1, A2......
Vertical en paredes laterales	B, B1, B2.......
Parte superior e inferior longitudinal	
Losas y paredes laterales	H, H1, H2......
Vertical en muro de ala	V, V1, V2......
Horizontal en muro de ala	H3, H4, H5....
Estribos de puentes:	
Varillas de cimentación	F, F1, F2.......
Anclajes	D, D1, D2......
Varillas verticales	V, V1, V2......
Varillas horizontales	H, H1, H2......
Tramos de puentes:	
Varillas de vigas	G1, G2, G3....
Varillas de losa de calzada	S1, S2, S3......
Varillas de bordillos	C1, C2, C3.....
Varillas de postes	P1, P2, P3......
Varillas de barandas	R1, R2, R3....

Cualquier sistema similar de letras y numerales puede ser usado no sólo para dar una marca individual a la varilla, sino también para indicar, mediante la marca, donde está colocada la varilla en la estructura.

Algunos ingenieros podrían preferir el usar un sistema de marcado, el cual indica no solamente las ubicaciones de las varillas en una estructura y sus números específicos, sino también sus tamaños. En el caso de una varilla de losa de calzada marcada S502, la letra S indica una varilla de losa, mientras que el tamaño de la varilla y el número específico de la varilla es indicado mediante un numeral de tres dígitos. El primer dígito indica el tamaño de la varilla y los dos últimos dígitos el número específico de la varilla. En este ejemplo, el tamaño de la varilla deberá ser 50 mm.

2.5 Planillas

El refuerzo de pisos y otras muchas partes de las estructuras podrán ser mostrados, en una mejor forma tabular comúnmente conocida como planilla. La planilla es un resumen compacto de todas las varillas completo con el número de piezas, forma y tamaño, longitudes, marcas y detalles de doblado, cuyas órdenes de provisión serán de fácil y rápida lectura. Mientras que estas planillas usualmente incluyen los detalles de doblado para las varillas dobladas, pueden usarse planillas de detalles separados de doblado.

2.5.1 *Edificios*

El refuerzo en elementos de una estructura podrá ser dibujado en los dibujos de ubicación, ya sea sobre la planta, elevación o sección, o podrá ser anotado en una planilla. Esta es una

(Continúa)

práctica común para detallar cimentaciones, columnas, vigas y losas en planillas. Un ejemplo de una planilla de columnas está indicado en la lámina 8-5, de una planilla de vigas en la lámina 8-15 y de una planilla de losas en la lámina 8-9. No hay formato estándar para ninguna de estas planillas. Lo que es importante es recordar que ellas están reemplazando a un dibujo, tal como una elevación de viga, y deben indicar claramente al operario donde y como debe colocarse el material anotado.

2.5.2 *Estructuras de carreteras*

Los dibujos de ingeniería estructural de carreteras muy frecuentemente muestran detalles de los diversos elementos directamente sobre la planta o elevación (ver lámina 9-6). Las planillas son algunas veces utilizadas para estribos, pequeñas estructuras e, incluso, muros de contención (ver lámina 9-3). Los dibujos de ingeniería de carreteras usualmente incluyen, cuando están completamente detallados, un tipo de planilla que es realmente una lista de materiales, algunas veces segregada por elementos de una estructura (ver lámina 9-3). Estos dibujos son utilizados por un operario para preparar las listas de materiales.

2.6 Dibujos de ingeniería - Edificios

Los dibujos de ingeniería preparados por el diseñador deberán indicar el grado del acero, la carga viva, la resistencia del hormigón, clase de ajuste de tensión o longitudes de traslapo y ubicaciones críticas para el recubrimiento o refuerzo del hormigón, y toda otra información necesaria para el detalle del refuerzo, dando lugar a dibujos de ubicación, construcción de formas y colocación del hormigón (ver capítulo 6). Frecuentemente, una nota que requiere de dibujos de detalle y de ubicación, para estar en conformidad con la ACI 315, es añadida al dibujo del ingeniero antes que una especificación.

2.6.1 *Refuerzo*

El mejor método de indicar el refuerzo y otra información esencial depende de la estructura específica bajo consideración. Los dibujos de ingeniería en este manual muestran métodos típicos de disponer diversas estructuras y presentar otra información necesaria para completar los dibujos de ubicación.

2.6.2 *Vigas y vigas maestras*

La tabla de vigas y vigas maestras deberá contener: la marca de viga, tamaño del miembro, número y tamaño de varillas rectas y dobladas, notas especiales sobre doblado, número, tamaño y espaciamiento de estribos, ubicación de varillas superiores y cualquier información especial, tal como el requerimiento de dos capas de acero.

2.6.3 *Doblado de varillas*

Los diagramas típicos de doblado de varillas discutidos en la sección 2.9.4 son útiles al preparar las planillas. Donde se utilizan varillas dobladas, los puntos de doblado deberán ser definidamente indicados, preferentemente en croquis.

(Continúa)

2.6.4 *Losas y paredes*

El refuerzo de losas y paredes podrá indicarse en una planilla sobre la planta, elevación o sección.

2.6.5 *Columnas*

Las columnas son casi siempre indicadas en formato de planillas similar al de la lámina 8-4. Es importante demostrar no sólo el tamño y la cantidad de columnas, ubicación y tamaño del refuerzo, sino también todos los detalles necesarios donde hay cambios en la sección de la columna o el refuerzo, ya que estos datos no deben dejarse a criterio del dibujante. Las uniones deberán estar siempre claramente definidas, mostrando la disposición de éstas, ya sea a tope o mediante traslapo, cualquier disposición alternada y tipo de unión permitida para las uniones a tope. Ver lámina 8-4 para un buen ejemplo.

2.6.6 *Soportes de varilla*

Los soportes de varilla requeridos deberán indicarse claramente, ya sea sobre los dibujos o mediante una nota refiriéndose a un conjunto específico de normas, tales como el dado en el capítulo 7. La clase de soportes de alambre de varillas requerido (para resistencia a la corrosión) deberá estar especificada de acuerdo con las designaciones dadas en el capítulo 7.

2.7 Dibujos de ubicación - Edificios

Los dibujos de ubicación, preparados por el diseñador, muestran detalles para la preparación y ubicación del refuerzo. Estos no son para uso en encofrados de construcción (excepto para moldes cuando éstos son distribuidos por el mismo constructor) y, consecuentemente, las únicas dimensiones requeridas son aquellas necesarias para la ubicación propia del acero. A menos que las dimensiones del edificio sean necesarias para ubicar el acero apropiadamente, éstas no deberán indicarse sobre el plano de ubicación, ya que el dibujante es responsable de la precisión de las dimensiones cuando están dadas. Los planos de ubicación deberán utilizarse conjuntamente con los dibujos del contrato.

Es la práctica de algunos diseñadores mostrar los detalles de doblado en una lista separada, en lugar de indicarlos en los dibujos, como se han hecho en este manual.

2.7.1 *Requisitos generales*

Una vez recibidos los dibujos de ingeniería, el diseñador sigue los siguientes pasos:

1. Preparar los dibujos de ubicación y detalles de doblado.
2. Obtener la aprobación del calculista, si se requiere.
3. Preparar las listas de varillas (listas de almacén) y preparar las piezas.
4. Marcar, empacar y entregar las piezas preparadas en el lugar de trabajo.

(Continúa)

Los dibujos de ubicación muestran el tamaño, forma y ubicación de las varillas en la estructura; indican cómo han de ser colocadas las varillas en los encofrados, y sirven como base para la preparación de listas de varillas.

Para asegurar la interpretación apropiada de los dibujos de ingeniería, los dibujos de ubicación del diseñador deben ser presentados para la aprobación del calculista antes de que la preparación de taller sea comenzada.

Para la conveniencia de ambos, tanto del contratista como del diseñador, el refuerzo es detallado, fabricado y entregado mediante unidades que están generalmente compuestas de cimentaciones, muros, columnas, cada piso y techo.

Un dibujo de ubicación y una lista de varillas, separados, son usualmente hechos para cada unidad. Para pequeñas estructuras, los requerimientos completos podrán manejarse como una sola unidad. Para el proyecto grande, el contratista puede desear una unidad, tal como un piso individual a ser dividido, para corresponder a su programa de construcción. Dichos arreglos entre el contratista y el diseñador deberán estar hechos ANTES QUE EL DIBUJO SEA COMENZADO. Todas las secciones deberán ser mantenidas tan grandes como sea práctico, de tal manera que es más económico el detallar y preparar para unidades grandes, especialmente donde sea apta la duplicación de varillas.

2.7.2 *Responsabilidad del dibujante*

La responsabilidad del dibujante en preparar un dibujo de ubicación está limitada a lo siguiente: (1) Del dibujante se espera que siga las instrucciones sobre dibujo de ingeniería. (2) El está siempre en libertad de llamar la atención del diseñador en cualquier punto que considere tema de discusión. Queda a discreción del diseñador, sin embargo, dar la última decisión.

Del diseñador se espera que proporcione una explicación clara de sus requerimientos; y el dibujante deberá llevar a cabo estos requerimientos. El diseñador, ya sea en sus especificaciones o dibujos, no deberá referir el dibujante al código de construcción aplicable para información, para uso, al preparar los dibujos de ubicación. Esta información deberá ser interpretada por el diseñador y mostrada por él en forma de detalles o notas específicas de diseño para que las siga el dibujante.

2.7.3 *Vigas y viguetas*

Para las vigas, viguetas y vigas maestras, el refuerzo es usualmente mostrado en planillas (ver sección 2.5). Los detalles de doblado podrán ser separados o incorporados en la planilla. Mostrar el número, marca y tamaño del miembro, el número, tamaño y longitud de las varillas rectas, número, tamaño, marca y longitud de las varillas dobladas y estribos, espaciamiento de los estribos, soportes de varillas y cualquier otra información especial necesaria para la preparación apropiada y colocación del refuerzo.

(Continúa)

Entre los puntos especiales que deberán anotarse están: longitud total de varilla y altura de la varilla de armazón o gancho donde dichas dimensiones están controladas, y la ubicación de la varilla con respecto a los miembros de soporte donde la varilla no está colocada simétricamente.

2.7.4 *Losas*

El refuerzo de losas podrá ser indicado en plano o planilla, algunas veces, aun en sección. La planilla y los detalles de doblado para losas son similares a aquellos para las vigas.

Los tableros exactamente similares están dados con una letra de identificación, y el refuerzo está indicado para únicamente un tablero de cada clase (ver figura 8-15). En tableros sesgados, las varillas mantendrán el espacio dado en un medio tramo. Las aberturas son con frecuencia reforzadas con varillas adicionales similares a aquellas mostradas en la lámina 8-15.

2.7.5 *Columnas*

La colocación de dibujos para las columnas generalmente usa una planilla para detallar, similar a aquella indicada en la lámina 8-15. El dibujante no deberá interpretar únicamente el dibujo de ingeniería sino trasmitir esta interpretación al colocador de las varillas. El no mostrará únicamente la cantidad, tamaño y longitud o marca de todas las varillas, incluyendo anclajes, varillas verticales principales y uniones, sino también indicará claramente cómo y donde ellos están ubicados. Observar los croquis de cada columna y de cada nivel de piso en la lámina 8-5.

2.7.7 *Anclajes*

Los anclajes deberán ser detallados con el refuerzo en el primer miembro de hormigón, colocado de tal manera que éstos sean entregados con el refuerzo y estén disponibles para su colocación en el momento propicio.

2.7.8 *Apoyos de varillas*

Los apoyos de varillas especificados en los dibujos de ingeniería deberán ser específicamente enlistados en los dibujos de ubicación.

Los planos de colocación de los soportes de varillas para tableros típicos son dados para refuerzo en dos direcciones (ver láminas 8-9 y 8-11) y donde quiera que se necesite para aclarar la secuencia de colocación o las cantidades requeridas.

2.8 Dibujos de ingeniería y colocación - Estructuras de carreteras

A diferencia de la práctica usual dentro del campo de edificios de hormigón armado, muchos departamentos de carreteras estatales preparan un dibujo de combinación de ingenie-

(Continúa)

ría y colocación, aunque en algunas veces se preparen únicamente los dibujos de ingeniería. El dibujo combinado incluye una lista de materiales de refuerzo de la que el preparador de varillas prepara su lista de materiales. El operador de colocación utiliza los dibujos de combinación para colocar las varillas de refuerzo.

2.8.1 *Dimensiones*

En vista de que los dibujos de estructuras de carreteras usualmente son dibujos de combinación de ingeniería y colocación, de los cuales debe ser construida la estructura, todas las dimensiones deberán ir claramente indicadas. El constructor de un puente no deberá tener que calcular ninguna de las dimensiones necesarias, ni las dimensiones idénticas deben ser repetidas; así por ejemplo, en ambos lados de una estructura que es simétrica. Es esencial que los dibujos muestren las dimensiones exactas de protección del hormigón para todo refuerzo. Por ejemplo, ellos deberán claramente mostrar si la dimensión especificada de una viga maestra es la distancia libre entre los estribos. Donde los dibujos separados de ubicación son preparados, las dimensiones estructurales podrán omitirse siguiendo la misma práctica aplicada para edificios.

2.8.2 *Refuerzo*

Los dibujos deberán mostrar el tamaño, espaciamiento y ubicación de las varillas en la estructura, tanto como los detalles de cómo las varillas deben ser colocadas en los moldes. De mucha importancia para el preparador de varillas de refuerzo y colocador de obra, es la lista de varillas la que deberá mostrar el número de piezas, tamaño, longitud, marca de varillas y detalles de doblado de todas las varillas dobladas.

Para la conveniencia, tanto del contratista como del preparador, el refuerzo para estructuras mayores es usualmente detallado, preparado y entregado por unidades, como por ejemplo: cimentaciones, estribos y vigas maestras. La lista de varillas deberá ser así mismo subdividida. Si la estructura es lo suficientemente grande, un dibujo y una lista de varillas separados son hechos para cada unidad. Todas las unidades o secciones de la estructura deberán ser mantenidas tan grandes como sea posible, partiendo de que es más económico preparar y embarcar unidades grandes, especialmente donde exista una duplicación de varillas.

Las varillas de refuerzo para fundaciones, estribos, muros en ala y losas son usualmente indicadas en la planta, sección o elevación. El principio de guía es mostrar el refuerzo de la manera más simple y clara. La latitud o discreción considerable es permitida al dibujante; sin embargo, la lista de varillas deberá ser un resumen completo.

Para estar seguros de que todo el esfuerzo está adecuadamente colocado o ubicado en una unidad, una sección transversal es frecuentemente requerida en adición al plano y elevación de la unidad en que las varillas están indicadas. Los dibujos deberán estar completos para no dejar ninguna duda en cualquier punto de la construcción.

(Continúa)

2.8.3 *Soportes de las varillas*

La opinión varía entre ingenieros de puentes con el tipo de apoyo para varillas de refuerzo. Aunque los apoyos metálicos simples son utilizados ampliamente como un medio de seguridad para sostener el refuerzo en una posición apropiada mientras el hormigón es colocado, muchos especificadores son rehacios a utilizarlos, ya que es posible la corrosión en puntos de exposición. Patas revestidas de plástico o no oxidables pueden especificarse para atender este riesgo. Bloques de hormigón prefabricados son utilizados en varios estados, particularmente al oeste de Estados Unidos. Otros tipos de soportes apropiados están disponibles y pueden utilizarse.

La clase de soportes de varillas requerida deberá especificarse sobre el dibujo de diseño. Ver capítulo 7.

2.9 Dibujo para norma de preparación

Es la práctica normalizada en la industria mostrar todas las dimensiones de varilla de extremo a extremo y considerar las longitudes de varilla como la suma de todas las dimensiones detalladas, incluyendo los ganchos A y G (tabla 2-1).

Todas las tablas de este manual que dan espacios libres, espaciamiento, ganchos, etc., están basados sobre el uso de varillas deformadas que cumplen las especificaciones ASTM.

2.9.1 *Doblado*

Para evitar el crear resistencias excesivas durante el doblado, las varillas no deberán estar dobladas en forma muy aguda. Los controles están establecidos mediante la especificación del radio mínimo interior o diámetro interno de doblado, el cual puede hacerse para cada tamaño de varilla. El radio o diámetro del doblado completo está usualmente expresado como un múltiplo del diámetro nominal de la varilla. La relación del diámetro de doblado para el diámetro de varilla no es una constante, ya que ha sido encontrada mediante la experiencia de que esta relación deberá ser más grande, como el tamaño de la varilla aumente.

2.9.2 *Ganchos y doblados*

El código ACI (318-71) especifica en la sección 7.1 los requerimientos mínimos, como a continuación se indican:

(1) Ganchos: el término *"gancho estándar"*, como es utilizado aquí, significará también:
   a) Una vuelta semicircular más una extensión de por lo menos cuatro diámetros de varilla, pero no menos que 65 mm en el extremo libre de la varilla, ó
   b) una vuelta de 90 grados, más una extensión de por lo menos 12 diámetros de varilla en el extremo libre de la varilla, ó
   c) para estribo y anclaje únicamente, sea a 90° ó a 135° más una extensión de por lo menos seis diámetros de varilla, pero no menor que 65 mm en el extremo libre de la varilla

(Continúa)

(2) Diámetro de doblado mínimo. El diámetro de doblado medido sobre el interior de la varilla para los ganchos normalizados, diferentes del estribo y los ganchos, no serán menores que los valores tabulados a continuación, a excepción de que para los tamaños No. 12 al No. 32, inclusive, en varillas de grado 40 con ganchos de 180° únicamente, el diámetro mínimo será de cinco diámetros de varilla.

TAMAÑO DE LA VARILLA	DIAMETRO MINIMO
No. 10 a través del No. 24	6 diámetros de varilla
No. 28, No. 30 y No. 32	8 diámetros de varilla
No. 42 y No. 54	10 diámetros de varilla

(3) Con el estribo y ganchos de unión y doblados diferentes de los ganchos normalizados:
   a) el diámetro interior de doblados para estribos y uniones no será menor que 37 mm para No. 10, 50mm para No. 12 y 62 mm para No. 16.
   b) los doblados de todas las varillas tendrán diámetros sobre el interior de la varilla no menores que lo indicado en la tabla,
   c) el diámetro interior de los doblados en malla de alambre soldado, simple o deformado, para los estribos y uniones no será menor que cuatro diámetros de alambre para todos los alambres. Los doblados con diámetro interior de menos de 8 diámetros de alambre no serán menores que cuatro diámetros de alambre desde la intersección de soldadura más cercana.

(4) Doblado. Todas las varillas serán dobladas en frío, a menos que de otra manera permitida por parte del ingeniero. Ninguna barra parcialmente embebida en hormigón será doblada en obra, a excepción de lo mostrado sobre los planos o lo permitido por el ingeniero.

Los ganchos normalizados para barras de refuerzo son mostrados en la tabla 2-1. En la tabla 2-1 la longitud extra de la varilla permitida para el gancho es designada como A ó G y mostrada para los 25 mm más cercanos de los extremos de los ganchos y para los 12 mm más cercanos del estribo y los ganchos de unión.

Donde las condiciones físicas del trabajo son tales que J, A, G ó H del gancho es una dimensión de control, y deberá anotarse sobre los planos, planillas y listas de varillas.

2.9.3 *Anclaje de los estribos*

Para ser efectivos, los estribos deberán ser adecuadamente sujetos de una manera que, combinada con el desarrollo parcial entre la media profundidad y el anclaje, desarrollará la resistencia en los estribos considerada en el diseño (para estribos cerrados, ver 2.9.14).

Existen varios métodos admisibles de hacer esto, pero el más común es el usar uno de los ganchos, tales como los Tipos S1 a S6 mostrado en la figura 2-1. Los ganchos deberán ser detallados como se muestra en la tabla 2-1.

(Continúa)

Donde los extremos libres de estribos no pueden ser unidos con alambre a las varillas longitudinales, las varillas de soporte del estribo deberán ser especificadas por el ingeniero. Es usual especificar la longitud de las varillas de soporte igual a la distancia de la cara del soporte hasta el último estribo.

Al detallar el anclaje, se deberá tener cuidado de que los extremos de los ganchos de estribo estén enteramente embebidos en el hormigón. Esto es particularmente importante donde no existe losa o únicamente una losa poco profunda adyacente al lado de la viga donde los estribos son utilizados. Los tipos S1 a S6 no ilustran únicamente dos tipos de ganchos, sino también las direcciones en las que los ganchos podrán ser curvados para asegurar un embebido total.

2.9.4 *Doblados típicos de varilla*

Para enlistar los varios tipos de varillas dobladas en una planilla, es necesario tener diagramas de las varillas con las longitudes de las diversas partes de las varillas designadas mediante letras. Muchos preparadores o dobladores tienen una carta estándar de los doblados típicos de varillas con números asignados para cada tipo, y el mismo número es siempre utilizado para un tipo dado de varilla. Con este sistema, tanto los dibujantes como los dobladores llegan a estar familiarizados con los tipos más comunes, no siendo necesario consultar la carta. Una carta de doblados típicos de varillas es mostrada en la figura 2-2.

Es imposible anticipar todos los tipos de varillas dobladas que podrán utilizarse. Sin embargo, todos, fuera de los tipos menos usuales, son abarcados por esta carta. Se deberá notar que varias modificaciones pueden hacerse de algunos de los tipos básicos, mediante la simple emisión de dimensiones para las partes de la varilla en la planilla. Por ejemplo, el Tipo 1 básico está hecho de tres porciones, Gancho A, Recto B y Gancho G. Una varilla con únicamente un gancho está indicada mediante la omisión de la dimensión G (o posiblemente A), en la planilla. Las variaciones del Tipo básico 3 pueden obtenerse mediante la omisión de diversas combinaciones de letras, tales como: G; A y G; ó E, F y G.

Las dimensiones dadas para los ganchos A y B son la longitud adicional de varilla permitida para el gancho como lo muestra la tabla 2-1. Para las partes rectas de la varilla, la distancia es medida para la intersección teórica del borde externo con el borde externo de la parte recta adyacente, o al punto de tangencia para una curva del cual la longitud de la última es tabulada, como en los Tipos 10 y 11 de la figura 2-2.

2.9.5 *Doblado radial*

Para el doblado de varillas en curvas circulares, los radios máximos que requieren de una prefabricación radial se indican a continuación para los diversos tamaños de varilla:

# 10	3 m
# 12	4,5 m
# 16	7,5 m
# 20	12 m

(Continúa)

# 22	18 m
# 26	24 m
# 28	33 m
# 32	39 m
# 36	45 m
# 44 y # 58	todo doblado radial será prefabricado

Las varillas que vayan a ser dobladas con radios mayores que aquellos mostrados serán embarcadas rectas y puestas en posición por el operario de colocación de las varillas.

2.9.6 *Doblados inclinados*

Para determinar la longitud de varilla recta necesaria para formar una armadura, la longitud de la parte inclinada de la varilla deberá ser conocida. Esta distancia de inclinación para varias alturas de doblado está indicada en la tabla 2-2 para el doblado de varillas en un ángulo de 45 grados. Para dibujo eficiente, la tabla también muestra el incremento de dos doblados inclinados. Esto significa la longitud extra de varilla necesaria para formar dos doblados inclinados que ocurre en la armadura usual. Así, para determinar la longitud total de la varilla recta requerida, hay que añadir a la longitud total de la armadura "O" el incremento de dos doblados inclinados más las longitudes A y G requeridas para los ganchos, si hay alguno, como se indica en la tabla 2-1.

El ángulo normalizado es de 45 grados para las armaduras, y cualesquiera otros ángulos son especiales. En casos donde otros ángulos son utilizados, la inclinación podrá obtenerse de la figura 2-3.

Los doblados inclinados y los incrementos son calculados con aproximación a un centímetro, de tal manera que en la armadura común con dos inclinaciones, el incremento total estará dado en centímetros redondos, lo que hace el cálculo más fácil e incluido dentro de las tolerancias permitidas.

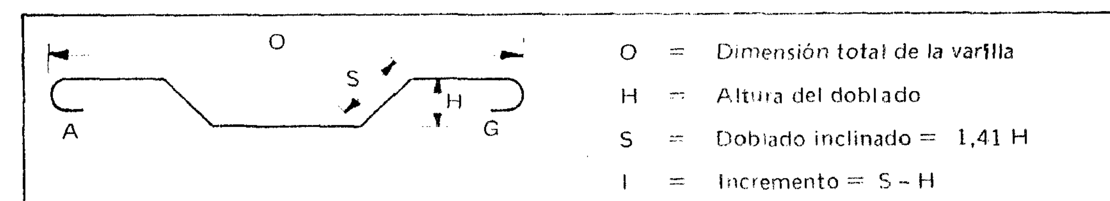
2.9.7 *Anchos de viga*

Para proteger las varillas de la corrosión y permitir una ubicación satisfactoria del hormigón, deberá existir una adecuada distancia de espaciamiento entre las varillas paralelas y entre las varillas y los moldes.

La mayoría de los códigos especifican la protección mínima de hormigón para el refuerzo dependiendo de la importancia del miembro, el tipo de exposición, y, donde sea necesario, la protección contra el fuego. Estos también especificarán la distancia mínima entre las varillas para el desarrollo y colocación del hormigón. La protección requerida es generalmente especificada en centímetros, mientras que el espaciamiento está dado como una función del tamaño de la varilla con una distancia mínima de espaciamiento en centímetros entre varillas. La tabla 2-3 muestra el ancho de viga requerido para acomodar varios números y tamaños de varillas para cumplir los requerimientos de espaciamiento del código ACI para hormigón con áridos de 20 mm de tamaño máximo.

(Continúa)

TABLA 2-2. Doblados inclinados e incrementos para extremos de varillas a 45°.



Altura H	Inclinado S	Incremento 2 inclinados 2I	Altura H	Inclinado S	Incremento 2 inclinados 2I	Altura H	Inclinado S	Incremento 2 inclinados 2I
			325	462	275	925	1 312	775
			350	500	300	950	1 337	775
			375	525	300	975	1 375	800
50	75	50	400	562	325	1 000	1 412	825
62	87	50	425	600	350	1 025	1 450	850
75	100	50	450	637	375	1 050	1 487	875
87	125	75	475	675	400	1 075	1 525	900
100	137	75	500	700	400	1 100	1 550	900
112	162	100	525	737	425	1 125	1 587	925
125	175	100	550	775	450	1 150	1 625	950
137	187	100	575	812	475	1 175	1 662	975
150	212	125	600	850	500	1 200	1 700	1000
162	225	125	625	887	525	1 225	1 737	1 025
175	250	150	650	925	550	1 250	1 762	1 025
187	262	150	675	950	550	1 275	1 800	1 050
200	275	175	700	987	575	1 300	1 837	1 075
212	300	175	725	1 025	600	1 325	1 875	1 100
225	312	175	750	1 062	625	1 350	1 912	1 125
237	337	200	775	1 100	650	1 375	1 950	1 150
250	350	200	800	1 125	650	1 400	1 975	1 150
262	375	225	825	1 162	675	1 425	2 012	1 175
275	387	225	850	1 200	700	1 450	2 050	1 200
287	400	225	875	1 237	725	1 475	2 087	1 225
300	425	250	900	1 275	750	1 500	2 125	1 250

Incremento para 2 inclinados = 2 × (S − H).
Todas las dimensiones son exteriores a las varillas. La longitud de la varilla anotada es la suma de las dimensiones del dibujo (longitud = O + 2I + A + G).

La tabla 2-4 muestra el ancho de viga requerido para acomodar los diversos números y tamaños de las varillas para cumplir los requerimientos de espaciamiento de las especificaciones AASHO.

2.9.8 *Armadura vertical de columnas*

Los diseñadores son requeridos por el Código de Construcción ACI para indicar el grado de acero requerido en los dibujos o especificaciones. El calculista y el dibujante deberán estar especialmente alerta para los requerimientos especiales de diseño y especificación en armadura vertical de columnas. En las columnas de pisos múltiples, los pisos más bajos son algunas veces diseñados para grados de resistencia más alta. Los requerimientos especiales para las varillas a ser soldadas a tope pueden ser también incluidos.

Al seleccionar el refuerzo vertical para las columnas, se deberá tener consideración para el espaciamiento mínimo de las varillas, de tal manera que el hormigón pueda recubrirlo completamente y llene el molde sin los compartimentos. La tabla 2-5 muestra el número de varillas que pueden colocarse dentro del refuerzo espiral, en conformidad con el Código ACI. Se indican tres disposiciones de ajuste: uniones al tope, radialmente traslapadas con anclajes de abajo hacia arriba, y traslapos circulares con anclajes de abajo en contacto con las varillas de arriba. El espaciamiento para las últimas también se aplica a uniones al tope de dos varillas. El número máximo de varillas para las dos disposiciones de uniones traslapadas consideran que todas las varillas están traslapadas en la misma sección transversal. Para la disposición de unión a tope, ningún permiso ha sido incluido para incrementar el diámetro de enganches o uniones para acceso de soldadura a tope. Donde se dan condiciones especiales, en los cuales el área de acero requerida anteriormente es mayor que la columna de abajo, es imperativo que los dibujos de diseño claramente muestren la extensión de todas las varillas de refuerzo arriba y abajo del nivel del piso.

Retiro entre las caras de la columna. Donde una columna es más pequeña que la que está abajo, las varillas verticales de abajo deberán estar retiradas para situarse dentro de la columna de arriba, o deben usarse anclajes separados. El desvío de la porción inclinada no deberá exceder de 1 en 6. Al dibujar las barras de columnas retiradas, se debe estar seguro de añadir un diámetro de varilla para el retiro deseado: y en las esquinas de las columnas cuadradas recordar que las varillas están retiradas sobre la diagonal.

En cualquier retiro entre las caras de las columnas sobre un máximo de 75 mm, la varilla deberá ser doblada en retiro. Cuando el retiro excede 75 mm, las varillas verticales en la columna de abajo deben ser terminadas en la losa del piso y se necesitarán anclajes separados.

Uniones traslapadas. La disposición de las varillas en una unión traslapada está indicada en la figura 2-4. Deberá anotarse que la cantidad de retiro de las barras es mayor para las columnas rectangulares que para las columnas redondas. Todas las armaduras verticales de las columnas a ser retiradas en columnas cuadradas o rectangulares deberán ser dobladas con retiro en la columna de arriba. La práctica general es para figurar el retiro para las varillas de la esquina, las cuales deberán ser dobladas diagonalmente y hacer ésta la típica dimensión de retiro para todas las varillas en la columna. La armadura vertical de las columnas en columnas redondas, donde los tamaños de la columna no cambian, deberán ser dobladas al retiro únicamente si el número máximo de varillas unidas traslapadas es deseado en la columna de arriba.

Cambio de la disposición de varillas entre pisos. Cuando la disposición de las varillas cambia entre los pisos, las varillas podrán extenderse a través, o mediante anclajes separados. Cada situación requiere de su propia solución y las láminas 8-14 muestra únicamente las soluciones representativas. El acero es por lo menos igual en área y en la capacidad de unión de aquel en la columna de arriba deberá ser extendido a varillas traslapadas arriba mediante la longitud de traslapo requerida o uniones a tope deberán ser provistas. Las varillas verticales de la columna de abajo, cortadas por cualquier razón, son cortadas en un mínimo de 75 mm bajo el piso terminado, a menos que se dimensionen de otra manera, sobre el dibujo de diseño. Ver el detalle normalizado en el croquis No. 3, figura 2-4.

Uniones a tope. Las uniones soldadas por completo podrán utilizarse como varillas verticales de la columna, y dichas uniones desarrollarán un mínimo de 125°/o de la resistencia de producción especificada de la varilla. Para varillas No. 14 y 18, dichas uniones deberán utilizarse como lo indica la ACI 318-71, sección 7.5.2. Una preparación especial de los extremos de las varillas verticales es usualmente requerida. Donde las varillas están soldadas en arco, la práctica más común es proveer un corte cuadrado en el extremo en la parte superior y un extremo doblemente chaflanado en la parte inferior de la varilla superior que descansa sobre el extremo de corte cuadrado. Esto permite llenar el espacio resultante con metal soldado para desarrollar la unión. Donde un equipo de manga o mecánico es utilizado, ambos extremos de la varilla podrán ser cortados en cuadrado o cortado mediante corte normalizado, dependiendo del tipo de conexión utilizado. Ya que los puntos de unión son usualmente alternados entre las varillas verticales alternantes y la ubicación de unión dependerá de los requerimientos de diseño, el diseñador deberá indicar los tipos de traslapo permisibles y su ubicación.

Varillas envueltas. Las varillas envueltas podrán utilizarse como armadura vertical de columnas (ver figura 2-5). Una envoltura está definida como un grupo de varillas paralelas en contacto para actuar como una unidad. No más de cuatro varillas podrán estar agrupadas dentro de una envoltura. Las envolturas no deberán ser dobladas con retiro. Las uniones a tope o anclajes separados deberán utilizarse. El diseño y detalle de la información sobre barras envueltas como las columnas verticales están dados en la tabla 2-6.

2.9.9 *Uniones en columnas*

Las varillas verticales en las columnas unidas deberán ser unidas en conjunto y lateralmente para reducir la posibilidad de pandeo local bajo cargas aproximadas a la resistencia final de la columna.

El Código ACI (ACI 318-71) proporciona:

"Todas las varillas no preesforzadas para columnas unidas serán unidas mediante uniones laterales, por lo menos de 18 mm en tamaño para varillas longitudinales de 30 mm más pequeñas, y por lo menos de 12 mm en tamaño para varillas de 32, 42 y 72 mm y varillas longitudinales unidas.

(Continúa)

El espaciamiento de los enlaces no excederá de 16 diámetros de varilla longitudinal, 48 diámetros de varilla de enlaces, o por lo menos la menor dimensión de la columna. Los enlaces serán arreglados de tal forma que cada esquina y varilla longitudinal alterna tenga un apoyo lateral dado por la esquina de un enlace que tenga un ángulo de no más que 135 grados y ninguna varilla sea colocada más lejos que 150 mm en cada lado desde la varilla de apoyo lateral. Los enlaces serán localizados verticalmente a no más que la mitad del espaciamiento de un enlace sobre el piso o cimentación, y serán espaciados como se da aquí a no más de la mitad del espacio de un enlace bajo el refuerzo horizontal inferior en la losa, a excepción de donde existan vigas y ménsulas que provean confinamiento sobre todos los lados de la columna, los enlaces podrán terminar a no más que 75 mm bajo el refuerzo más bajo en tales vigas o ménsulas. La malla de alambre soldado de área equivalente podrá utilizarse. Donde las barras están localizadas alrededor de la periferia de un círculo, un enlace circular completo podrá utilizarse".

Bajo el Código, es posible proveer un número impar de varillas verticales. Sin embargo, una mejor disposición de las varillas verticales puede ser generalmente obtenida con un número par de varillas. Las disposiciones normales de los enlaces para diversos números de varillas verticales son mostradas en la figura 2-5 y 2-6. Las disposiciones de enlaces de una pieza mostradas en la figura 2-5 proporcionan una rigidez máxima para jaulas de columnas pre-ensambladas sobre el sitio antes de la erección. El pre-ensamblado se refiere únicamente a los diseños comunes empleando las varillas verticales de longitud de un piso con los traslapos en un punto precisamente sobre la línea del piso.

Bajo la ACI 318-71, sección 7.5.2, las uniones traslapadas no son permitidas para las varrillas de 42 y de 72 mm, excepto en compresión para anclajes de tamaño muy pequeño dentro de las cimentaciones como se da en la sección 15.6.8. Particularmente con las uniones a tope sobre las varillas verticales grandes en longitudes de dos pisos, los enlaces de las columnas deberán ensamblarse sobre varillas verticales de apoyos libres.

La mejor práctica en ensamblado de enlaces cerrados sobre varillas con apoyo libre es soltarlos desde arriba o colocar los enlaces alrededor de la base y después alzarlos sobre las uniones a tope. Esta práctica es lenta y difícil, ya sea por los enlaces exteriores simples cercando todas las varillas verticales. Es especialmente difícil para columnas de gran tamaño, números grandes de varillas verticales grandes, armaduras verticales de dos pisos de alto o de forma impar, y puede ser realmente imposible con patrones de cercamiento traslapado de enlaces cerrados en varillas interiores. La práctica alternativa de ensamblado para enlaces cerrados es para tensionarlos abiertos, pasando los extremos alrededor de las varillas verticales y doblados en el campo. El doblado y redoblado es un mal uso del material fuera de los requerimientos de las especificaciones ASTM para su fabricación y podrá dañar los enlaces.

Los enlaces normalizados de columnas de dos piezas, figura 2-6, son recomendados en patrones típicos para facilitar el ensamblado de campo, sin causar daño, de uniones de columnas como es requerido por el Código de Construcción ACI (318-71). Estas son universalmente aplicables a cualquier disposición de unión requerido por el diseñador. Si el acceso al inte-

(Continúa)

rior de una columna o estribo es necesario, o si el diseñador prefiere, algunos otros patrones de enlaces que pueden ser sustituidos, dado que la disposición cumple los requerimientos del Código.

Estas proviciones del Código de 1971 casi completamente liberan el área del núcleo interior de las columnas de la confusión previa de intersectar los enlaces con mayores costos de ubicación, contribuyen a la dificultad de ubicación apropiada de hormigón, y algunas veces ocasionan cavidades de compartimentos en áreas críticas.

Las varillas unidas deberán ser enlazadas, soldadas o sostenidas para asegurar una posición permanente. De tal manera que las uniones a compresión serán sostenidas en forma concéntrica, todas las uniones de las columnas verticales serán sostenidas por enlaces adicionales arriba y abajo de las uniones de extremo-carga, y cualquier otra varilla de unión corta para la tensión será enlazada como parte del atado dentro del límite de cuatro varillas para un atado. Una esquina del enlace será dada por cada unión. Los enlaces menores que 12 mm para varillas unidas no son permitidos.

El espaciamiento de enlaces depende del tamaño de las varillas verticales, tamaño de la columna, y el tamaño de los enlaces. El espaciamiento máximo permitido por el ACI 318-71 está indicado en la tabla 2-7.

TABLA 2-7. Espaciamiento máximo de enlaces de columnas*

Tamaño de varilla vertical	Tamaño y espaciamiento de enlaces.		
	# 10	# 12	# 16
16 mm	250		
18 mm	300		
22 mm	350		
24 mm	400	400	
28 mm	450	450	
30 mm	450	500	
34 mm	* *	550	550
42 mm	* *	600	650
54 mm	* *	600	750

* El espaciamiento máximo no debe exceder el ancho de la columna.
** No se permiten enlaces de 10 mm.

Donde las columnas verticales son dobladas en retiro, se requieren enlaces adicionales, ubicados no más de 150 mm del punto de doblado. Para propósitos prácticos, tres enlaces muy cercanos son usualmente utilizados, uno de los cuales podrá ser parte de enlaces espaciados regularmente más dos enlaces extras. El diseñador deberá indicar las disposiciones generales de varillas verticales y todos los requerimientos adicionales.

(Continúa)

Mientras el uso más común de columnas enlazadas está en los edificios, otros casos son cuerpos de los pilares, columnas de viaducto, codales horizontales, columnas sobre arcos y postes de cerramiento de puentes. Algunos diseños de estribos de hormigón armado incorporan el uso de enlaces circulares o cuadrados con varillas longitudinales.

Adicionalmente a la demostración de tamaño y al espaciamiento regular de enlaces de columna, el diseñador deberá también indicar cualquier enlace adicional requerido para condiciones especiales, tales como uniones, doblados en retiro, etc.

2.9.10 *Espirales de columnas*

2.9.10.1 *Generalidades:*

Los espirales deberán ser provistos con 1 1/2 vuelta extra, tanto en la parte superior como en la parte inferior. La altura (o longitud) de un espiral está definida como la distancia de extremo a extremo de los rollos, incluyendo las vueltas finales en la parte de arriba y en la parte inferior, con una tolerancia de más o menos 36 mm. Donde sea necesario empalmar un espiral, este deberá hacerse mediante soldadura o traslapo a tensión. Donde un espiral no puede ser aplicado en una sola pieza podría ser aplicado en dos o más secciones para ser soldadas, o mediante longitud adicional en cada uno de los extremos de cada sección a ser traslapado a tensión en el campo, 48 diámetros como mínimo pero no menos que 300 mm. Las secciones deberán ser apropiadamente identificadas por números marcados, para asegurar el ensamblado apropiado.

La inclinación o espaciamiento de espirales deberán ser dados en milímetros. El Código ACI (318-71) establece en 7.12.2 y 3.3.2 que el espaciamiento libre entre los espirales no debe exceder 25 mm o ser menor de 25 mm o 1 1/3 veces el tamaño máximo de árido grueso utilizado. El diámetro de extremo a extremo del espiral deberá ser lo suficientemente pequeño para dar el recubrimiento requerido de hormigón sobre el refuerzo espiral.

Se utilizan espaciadores para mantener la inclinación y alineación apropiadas del espiral, deben estar en conformidad con los requerimientos mínimos de la tabla 2-8.

TABLA 2-8. Requisitos mínimos para espaciadores de espirales de columnas.

Diámetro de varilla o alambre del espiral mm	Sección mínima módulo de espaciador mm^3	Diámetro del núcleo espiral mm	Número mínimo de espaciadores por espiral
		Para varilla o alambre de 10 mm ó 12 mm	
		Menos de 500 mm	2
10	1 310	500 a 750 mm	3
12	4 916	Más de 750 mm	4
		Para varilla o alambre de 16 mm	
16 (hasta 4,5 m de altura)	4 916	600 mm o menos	3
16 (más de 4,5 m de altura)	8 193	más de 600 mm	4

(Continúa)

Donde se usan únicamente dos espaciadores, ambos están completamente unidos al lado contrario de un espiral. Donde se usan más de dos espaciadores, los adicionales pueden ser unidos con los dos espaciadores lado a lado o atados con el espiral para uniones apropiadas en el campo. Al tener todos los espaciadores en los lados contrarios del espiral, permite que éste sea aplastado dentro de una posición aproximada de lámina plana, requiriendo así menos espacio para el almacenamiento y el embarque. En la obra, el espiral es regresado a su forma original y los espaciadores deslizados al rededor a un espaciado par y sujetado a cada vuelta del espiral. El acero longitudinal es entonces unido con alambre al espiral y la jaula completa colocada en el molde.

Algunos espirales no pueden ser aplastados. Sus espaciadores son rígidamente unidos en su posición permanente. Los factores principales determinantes de si un espiral puede ser aplastado, son el diámetro y el tamaño de la varilla en espiral.

Los diámetros mínimos prácticos, con los cuales los espirales pueden ser formados, y los diámetros mínimos son usualmente considerados colapsibles, están indicados abajo para los diversos tamaños de la varilla espiral.

Diámetro de la varilla espiral (mm)	Diámetro mínimo que puede ser formado (mm)	Diámetro mínimo de espiral colapsible (mm)
10	225	350
12	300	450
16	375	600
20 (especial)	750	–

La longitud máxima de los espaciadores deberán ser la del espiral más una inclinación.

2.9.10.2 *Edificios.* A menos que se especifique otra cosa, los espirales se dibujan como extendidos del nivel del piso o parte superior de la cimentación o pedestal al nivel del refuerzo horizontal más bajo en la losa, el tablero o viga de arriba. En una columna con un capitel, el espiral se extenderá al plano al cual el diámetro o ancho del capitel es doble que el de la columna. Ver dibujo normalizado (2), figura 2-4. Si el diseño requiere de refuerzo lateral en la columna, entre la parte superior del espiral principal y el nivel de piso superior, deberá ser dado por un espiral tope (sección corta de espiral) o mediante enlaces de columna circular. Esto es necesario para permitir la colocación del refuerzo en el sistema de piso. Donde los espirales tope son utilizados, éstos deberán ser unidos al espiral principal para embarque o cuidadosamente identificados por números de marca.

2.9.10.3 *Estructuras de carreteras.* Los espirales son utilizados en las estructuras de carreteras principalmente para pilares y cajones. Los límites prácticos de un espiral de una sola pieza y embarque son de 6 a 8 m de altura y, algunas veces, estos espirales deberán ser unidos mediante soldado y traslapado. Los espaciadores son usualmente provistos. Los espira-

(Continúa)

les son también utilizados en pilas, pero éstos no están dentro del Código de Construcción en lo que se refiere a definición de un espiral, y son hechos usualmente de alambre liviano y de una inclinación relativamente grande. Los espaciadores no están provistos.

2.9.11 *Empalmes*

En vigas o vigas maestras que requieren de varillas más largas que las que se tienen en existencia, deben hacerse empalmes donde el esfuerzo en la varilla esté cerca del mínimo, como en el punto de inflexión, tal como se indica en la figura 2-4 (punto 4). Los empalmes en varillas dobladas frecuentemente pueden ser evitados mediante el uso de varillas rectas en la parte superior e inferior.

Los empalmes donde la resistencia crítica de diseño es de tensión, se evitarán donde sea posible. Las varillas traslapadas, si son usadas, pueden estar ya sea en contacto o separadas. Igualmente, los empalmes pueden estar ya sea escalonados o hechos en el mismo punto. Las varillas de empalme traslapado sin contacto en los miembros de flexión no serán espaciados transversalmente más de 1/5 de longitud de traslapo ni 150 mm. Estas condiciones están comprendidas en detalle en ACI 318-71, secciones 7.5 hasta 7.9.

2.9.11.1 *Empalmes traslapados.* Ya que la resistencia de un empalme traslapado no aumenta directamente con la longitud de traslapo, pero varía con el diámetro de la varilla, la resistencia del hormigón, posición de la varilla, distancia de las otras varillas, y el tipo de resistencia (compresión o tensión), es necesario para el diseñador indicar la ubicación de todos los empalmes e indicar los controles de compresión o tensión. Si se controla la tensión, él deberá indicar la clase de emplame y si está en la *"parte superior"* o en *"otra"*. Alternativamente, él puede dimensionar cada empalme.

Las tablas 2-9 y 2-10 son dadas principalmente para la conveniencia del diseñador. Las longitudes de traslapo mostradas en la tabla 2-9B son adecuadas para todos los empalmes de compresión. Para los empalmes a tensión, las longitudes de traslapo indicadas en la tabla 2-9G son de uso general. La tabla 2-9H muestra las longitudes de traslapo en los empalmes para las varillas superiores.

En los puntos de empalme, las varillas suficientes (varilla de anclaje) de la columna más baja deberán extenderse dentro de la columna superior para dar no menos de la sección transversal de las varillas en la columna superior. Estas varillas deberán extenderse la distancia mínima requerida para los empalmes de columna. Por lo menos cuatro varillas deberán ser extendidas de este modo. Las restantes varillas en la columna más baja se extenderán dentro de 150 mm en la parte superior del piso u otro miembro que transmitan la carga adicional a la columna. Si las varillas verticales cortadas son requeridas para ser enteramente desarrolladas en la parte inferior del sistema de piso, el diseñador deberá dimensionar la extensión mínima requerida (tabla 2-9 ó 2-9D) o especificar lo mismo sobre el dibujo.

(Continúa)

Donde las partes superiores de las varillas de la columna son menores que 1,80 m sobre la parte superior de cimentaciones o pedestales, las varillas deberán extenderse dentro de la cimentación o pedestal, y las varillas no deberán ser utilizadas a menos que específicamente se anote. Los anclajes para empalmes traslapados en retiros deberán tener una sección-transversal por lo menos igual a aquella de las varillas de arriba, y éstas deberán ser extendidas tanto sobre como bajo los puntos de empalme, la distancia mínima requerida para empalmes como se da en las tablas 2-9A a través de 2-9H.

La longitud mínima de traslapo deberá estar basada sobre el tamaño de la varilla más grande empalmada en la columna sobre el punto de empalme.

Donde la profundidad de la cimentación, o cimentación y pedestal combinados, es menor que la longitud mínima de recubrimiento requerido para los anclajes del tamaño deseado, el tamaño del anclaje deberá ser aumentado y mostrado sobre los dibujos del diseño. En casos excepcionales, puede ser conveniente que los ganchos en la parte inferior de las varillas resistan la tensión, pero la longitud de varillas en cualquier gancho no deberá ser considerada al determinar el área de unión provista para la compresión.

El uso de una serie de columnas una sobre otra es raro en construcción de puentes, pero, cuando se realiza, se aplica la práctica descrita anteriormente.

2.9.11.2 *Empalmes a tope.* Los empalmes a tope de las varillas de refuerzo podrán ser hechos mediante soldadura de arco, fusión o utilizando conexiones mecánicas. Las propiedades de estas conexiones, y los requerimientos de preparación del extremo de las varillas de refuerzo varían con el tipo de conexión utilizado. Es importante que el ingeniero especifique el tipo de conexión el cual cumplirá los requerimientos de diseño. Los detalles de los tipos más comúnmente usados de empalmes de unión a tope son mostrados en la lámina 8-4. El dibujante deberá claramente mostrar la preparación del extremo de la varilla de refuerzo en los dibujos y pedidos para el taller de fabricación. En casos donde el material es pedido cortado a longitud desde el taller, debe darse consideración a la longitud de pedido para permitir el recorte por el taller de fabricación.

2.9.12 *Anclajes.* Los anclajes pueden ser necesarios para empalmar varillas de columnas donde cambian la sección de la columna, como se discuten en las secciones 2.9.8 y 2.9.11.1 ó donde la colocación de la parte de la estructura es retardada, o entre varias unidades de estructuras. Los anclajes deberán siempre ser dibujados con la parte del miembro que es colocada primero, de tal manera que éstos sean entregados al trabajo en el momento apropiado.

Excepto para casos especiales en las columnas (ver sección 15.6 de ACI 318-71), los anclajes deberán ser del mismo número, tamaño y grado de las varillas unidas y deberán ser de longitud suficiente para empalmar con las varillas principales, como es discutido en la sección 2.9.11.1.

2.9.13 *Detalles de construcción en las conexiones*

Unos pocos métodos de conectar construcciones de hormigón reforzado a acero estructural y a una conexión de marcos rígidos están ubicados en la figura 2-7.

TABLA 2-9-A. Longitud embebida mínima de anclaje de compresión para varillas de grado 60
(Longitudes básicas de desarrollo a compresión, La)

Tamaño de varilla	f'_c (Hormigón de peso normal)			
	20 MPa	26 MPa	28 MPa	Más de 30 MPa
# 10	200	200	200	200
# 12	275	250	250	225
# 16	350	300	300	275
# 18	425	375	350	350
# 22	475	425	425	400
# 26	550	500	475	450
# 28	625	550	550	500
# 30	700	625	600	575
# 34	775	775	675	625
# 42	925	825	800	775
# 54	1 250	1 100	1 075	1 025

Para $f'_c > 30$ MPa, el recubrimiento mínimo - 18 d_b
NOTA. Para longitudes embebidas cerradas por espirales usar 0,75 de la longitud indicada pero no menos de 200 mm.

TABLA 2-9-B. Empalmes traslapados de compresión para varillas grado 60.

Tamaño de varilla	Longitud mínima de traslapo Todos los hormigones con $f'_c \geqslant 20$ MPa		
	Traslapo estándar (1)	Dentro de enlaces (2) (4) $A_r \geqslant 0,0015$ hs	Entre espirales de columna (3) (4)
# 10	300	300	300
# 12	375	325	300
# 16	475	400	350
# 18	575	475	425
# 22	650	550	500
# 24	750	625	575
# 28	850	700	625
# 30	950	800	725
# 34	1 050	875	800
# 42 y # 54 NO SE PERMITEN EMPALMES TRASLAPADOS (5)			

(1) Traslapo estándar mínimo para uso en todos los miembros, incluidas columnas con enlaces, excepto lo que se indica después.

(2) Ver tabla 2-9-C para tamaño mínimo y espaciamiento de la disposición de enlaces para cumplir el requisito de $A_r \geqslant 0,0015$ hs.

(3) Para uso en columnas reforzadas con espirales de acuerdo a la sección 7.12.2 del Código 318-71.

(4) Traslapos reducidos se aplican a las vigas que contienen estribos sujetos a los límites de la tabla 2-9-C o espirales de acuerdo a la sección 7.12.2 del Código 318-71.

(5) Excepto como anclaje de columna a cimiento, ver sección 15.6.8 del Código 318-71.

Anotar en la sección A-A la muy importante limitación que controla la longitud de la varilla recta si el sistema común de varillas rectas y dobladas es utilizado. A menos que esta limitación sea estrictamente observada, será difícil colocar las varillas aún retorcidas. Esta misma limitación puede aplicarse a las vigas tanto como a las viguetas. Un gancho de 90° es utilizado en el extemo no continuo de la vigueta, un gancho semicircular o de 180° usualmente ha sido inadecuado debido a la pequeña distancia entre el alma del miembro estructural y el molde.

En algunos casos donde una losa de hormigón armado está apoyada sobre acero estructural, las vigas de acero están encajadas en hormigón y la losa maciza es colocada prácticamente en la misma forma que las viguetas de hormigón mostradas en la sección A-A. En los casos donde no se requiere que las vigas de acero sean a prueba de fuego, la losa es de preferencia colocada con la cara inferior en contacto con la superficie inferior de la platina superior de la viga como se muestra en el detalle 4 para simplificar el encofrado y proveer el arriostramiento lateral positivo para la misma platina superior.

Al detallar la conexión de la esquina de un marco rígido, deberá tenerse cuidado, particularmente al proveer una continuidad completa al rededor tan grande como sea posible un radio uniforme, manteniendo el centro dentro del hormigón. Este punto es importante al empalmar las varillas superiores de la viga maestra hacia las varillas externas en la columna. El diseñador deberá proveer una información completa, mostrando el radio de doblado,ubicación y dimensiones de los empalmes traslapados. Si la soldadura o una conexión a tensión mecánica es utilizada, deberá darse una descripción completa. Una disposición típica está indicada en el detalle 6, figura 2-7. Las conexiones de esquina rígida de vigas a columnas, a menudo requieren de estribos cerrados o enlaces alrededor del doblado (no indicado en el detalle 6).

2.9.14 *Estribos cerrados*

Donde el diseñador indica estribos cerrados, el Código requiere que esos estribos sean cerrados mediante un traslapo de ganchos de 90° de extremo de una sola pieza al rededor de una varilla longitudinal, o mediante pares de estribos en U empalmados apropiadamente. Por lo menos una varilla longitudinal será localizada en cada esquina de la sección, con el tamaño de esta barra por lo menos igual al diámetro del estribo, pero no menos que 10 mm. Estos detalles deberán ser indicados por el diseñador. Los detalles típicos son mostrados para el borde normal o vigas enjutas. Para más fácil colocación de las varillas longitudinales en la viga, los detalles para los estribos cerrados de dos pedazos están indicados. Por la misma razón, el gancho de estribo de 90° es preferido (ver figura 2-8). El diseñador deberá indicar la disposición general de todas las varillas y estribos.

2.9.15 *Intersecciones y esquinas de la pared*

El refuerzo de pared horizontal podrá ser requerido por el diseñador, para que resista el momento, corte, o únicamente cambios en la longitud debido a la temperatura o contracción. En cualquier caso, a menos que el diseñador indique una unión de control de contracción en este punto, todas las varillas horizontales en una, o algunas veces en ambas caras de una pared, deberán ser lo suficientemente extendidas, pasando una esquina o intersección, para ser desarrolladas enteramente (figura 2-9). En las áreas donde el Código de Construcción es aplicable requiere del diseño sismo-resistente, la práctica normal requiere el anclaje de todas las varillas horizontales.

No obstante, es necesario para el diseñador indicar cual, si hay alguno, refuerzo horizontal deberá ser extendido para un desarrollo completo en intersecciones y esquinas de las paredes y cimentaciones. Los detalles típicos están indicados para la resistencia contra las cargas de afuera o adentro, con el refuerzo de la cara apropiada o las caras ancladas. El detalle para las cargas internas es adecuado para cada condición de carga.

2.10 Listas de varillas

Las listas de varillas utilizadas en el corte, doblado, etiquetado, embarque y facturado, son preparadas de los dibujos de ubicación. La práctica entre los preparadores varía, ya sea en la hechura y uso de estas listas o en el procedimiento exacto de taller, pero los pasos que se siguen son enteramente representativos.
Las varillas rectas, las varillas dobladas, estribos, enlaces y espirales, son agrupados separadamente en cada lista de varillas. El grado del acero para todos los artículos deberá ser indicado (ver figura 2-10 para trabajos de edificios y la figura 2-10A para puentes).

Las varillas rectas son agrupadas de acuerdo al tamaño, con el tamaño más grande, primero, y aquellas del mismo tamaño enlistado en orden de su longitud con las barras más largas, primero. Esta graduación en longitud ahorra tiempo y materiales en la operación de corte.

Las varillas dobladas, estribos y enlaces, son enlistados en una manera similar, a excepción de tipos similares de doblados que pueden ser agrupados juntos.

Los espirales están subdivididos y enlistados en grupos, mediante el tamaño de la varilla, diámetro del espiral, inclinación del espiral y longitud.

2.11 Notas para el diseñador y el dibujante

El diseñador de una estructura deberá mostrar los planos, los cuales son completos y claros en cada detalle (ver también capítulo 6). No se espera que el dibujante vaya a hacer cualquier diseño o adivinar lo que el diseñador desea. La discusión en las secciones 2.2, 2.6 y 2.9, junto con las siguientes notas, ayudarán a preparar satisfactoriamente los dibujos. En estructuras de carreteras (por lo menos para diseños típicos que son con frecuencia repetidos) es costumbre el mostrar los detalles de varillas de refuerzo en los dibujos generales, pero las siguientes sugerencias se aplican igualmente bien para los ingenieros quienes preparan estas planillas.

2.11.1 *Estudio de planta*

El dibujante deberá entender completamente el diseño del ingeniero y el método de construcción del constructor, antes de comenzar a dibujar la estructura. La preparación de los dibujos de ubicación, detalles de doblado y listas de varillas para acero de refuerzo requiere de un cuidadoso estudio de los planos del ingeniero, planificación bien pensada, paciencia y, sobre todo, precisión. Este aspecto no podrá ser sobre enfatizado.

2.11.2 *Planificación del dibujo*

El próximo paso para el dibujante al planificar su trabajo deberá determinar la escala de los dibujos que él debe hacer, su tamaño, su disposición en relación con los planes, secciones, detalles y planillas y el número de hojas requerido. En su planificación él deberá tener en cuenta los pasos sucesivos de construcción, de tal manera que todo el acero requerido para

construir cualquier parte de la estructura sea mostrado en el dibujo de esa parte. Si es posible, la orientación y la escala de los dibujos de ubicación deberán ser planificadas de tal manera que el proveedor del acero de refuerzo y los demás proveedores necesiten sólo una copia a un tiempo. Donde una estructura sea grande y deba emplearse más de un dibujo, la estructura deberá ser dividida en secciones para mantener los dibujos en una escala práctica. Añadir un pequeño plano-clave cerca del título con el área indicada de planta para ayudar a la orientación.

2.11.3 *Revisión*

Los dibujos de ubicación y detalles de doblado deberán ser revisados por el ingeniero de diseño antes que el acero de refuerzo sea preparado. Las copias heliográficas son particularmente convenientes para la revisión y reproducción de las revisiones de los ingenieros.

2.11.4 *Lo que debe y no debe hacerse*

Los dibujantes experimentados desarrollarán una lista de *"lo que debe y no debe hacerse"* tal como la siguiente (una lista similar para diseñadores aparece en el capítulo 6):

1. Se ahorra tiempo al preparar los dibujos de ubicación en la misma escala de los dibujos de ingeniería, de tal manera que puedan trazarse los contornos. Las reproducciones transparentes de los dibujos de ingeniería podrán frecuentemente utilizarse al preparar planos de ubicación.

2. Evitar ordenar los soportes (apoyos) de varillas, tales como travesaños y sillas altas en incrementos de 3 mm, como los tamaños de las existencias vienen en incrementos de 6mm.

3. Para condiciones especiales o desusadas, se debe estar seguros de que los detalles adecuados sean mostrados para la ubicación apropiada del refuerzo. No hay que esperar que el preparador del acero entienda los principios de Ingeniería. Los ejemplos son voladizos y cimentaciones continuas en los cuales el refuerzo está en el lado contrario al que el preparador del acero está acostumbrado.

4. Los anclajes de las cimentaciones deben anotarse en las planillas de las cimentaciones, antes que en las de las columnas.

5. Los anclajes de una parte de la estructura deben registrarse en las planillas de esa parte de la estructura.

6. No olvidar el empalme de columna en la parte superior de las vigas levantadas en lugar del nivel del piso.

7. Donde las longitudes de las varillas continuas son específicamente ajustadas, tales como para el acero de temperatura, losas sobre el terreno, varillas de amarre en pisos, alcantarillas y muros de contención, utilizar las longitudes en existencia o longitudes que pueden cortarse de longitudes en existencia con un mínimo de desperdicio.

8. No detallar las longitudes de varillas menores de 25 mm. Ver la sección 4.3 para tolerancias normales. Se recomiendan incrementos de 75 mm para varillas rectas.

FIGURA 2-10A. Lista típica de varillas para estructuras de carreteras.

A B C PRODUCTOS DE ACERO C.O. — CHICAGO, ILL.

Proyecto No. 698 U.S. Rt 937
Cliente: Jones Const. Co.
Ubicación: Jonesville, Illinois
Mat. para Proy. No. 648 listado

Grado: A615 - Grado 40
Orden: No. A 483
Dibujo: No. 234
Lámina: 1 de 2
Fecha: 69-07-02 Rev.
Por: A.B.C. Rev. D.E.F.

TODAS LAS DIMENSIONES SON EXTERIORES PARA DOBLADOS TIPICOS.........

Artículo	No. Piezas	Tamaño	Longitud	Marca	Tipo	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	R	O
1	luz de viga maestra de plataforma de zapatas. Est. 18 + 13,5 m																
2	Rectos																
3	116	$\phi 20$	2.7 m	F_4													
4																	
5	8	$\phi 16$	5.1 m	F_2													
6	24	$\phi 16$	3,3 m	F_3													
7	64	$\phi 12$	1,2 m	F_1													
8																	
9	Doblado fuerte																
10	48	$\phi 22$	2,4 m	D_3	1	200	2,2 m										
11																	
12	48	$\phi 18$	2,3 m	D_2	1	200	2,1 m										
13																	
14	72	$\phi 16$	0,8 m	D_1	1	200	0,6 m										
15																	
16																	
17	Puente de losa. Est. 4 + 27,6 m																
18	Rectos																
19	6	$\phi 12$	5,4 m	C_2													
20	45	$\phi 12$	4,8 m	ST_1													
21	Doblado fuerte																
22	27	$\phi 26$	6,6 m	S_1	3	250	0,3 m	0,3 m	4 m	0,3 m	0,3 m	200	0,95 m				5,4 m
23	52	$\phi 26$	6.4 m	S_2	1	250	6,15 m										
24																	
25	38	$\phi 12$	1,3 m	C_1	20		1.0 m	0,3 m									
26																	
27																	
28	Riel. Muro de contención en Est. 4 + 27,60 m																
29	Recto																
30	48	$\phi 12$	5,20 m	R 450													
31	36	$\phi 12$	1,05 m	R 451													
32	Doblado ligero																
33	276	$\phi 10$	1,10 m	R 300	T2	100 mm	250 mm	200 mm	250 mm	200 mm		100 mm					
34	20	$\phi 10$	0,80 m	R 301	T2	100 mm	150 mm	150 mm	150 mm	150 mm		100 mm					
35	16	$\phi 10$	0,80 m	R 302	T2	100 mm	100 mm	200 mm	100 mm	200 mm		100 mm					

FECHA: ORDEN No. CONTRATO No. LAMINA No.

CAPITULO 3

DIBUJO A BASE DE COMPUTADORA

3.1 Uso de la computadora en el dibujo

El sistema de computadoras para dibujar varillas de refuerzo ha sido considerado para utilizar computadoras digitales y otro equipo de procesamientos de datos, con el fin de agilitar la preparación de dibujos de ubicación, facilitar dibujos nítidos y más compactos, y aliviar al dibujante de cálculos tediosos y lentos, los cuales pueden hacerse con precisión con una computadora.

3.2 Dibujo de ubicación detallado por computadora

El dibujante prepara la parte gráfica del dibujo de ubicación, de una manera convencional. Sin embargo, todo el listado de cantidades y otra impresión descriptiva, es realizada por el impresor. Como él detalla el dibujo, el dibujante llena una hoja de ingreso, la cual contiene la información que será clave y enviada al computador para ser procesada. Cuando los datos de ingreso han sido procesados, el dibujo es completado, adjuntándole la impresión salida del computador, la cual contiene toda la información descriptiva necesaria relacionada con el acero, tanto como los detalles del doblado que será reproducido como parte del dibujo de ubicación.

El *"sistema de etiquetado"* es utilizado con frecuencia como referencia a las varillas en el dibujo, con su impresión a máquina adjunta. Bajo este sistema, el dibujante asigna un número de etiqueta para cada operación separada de colocación de varilla que comprende ya sea a una varilla individual o a un grupo de varillas. Este número de etiqueta que indica las varillas designadas es claramente mostrado sobre el dibujo y está también escrito a lo largo de la hoja de ingreso, con otra información pertinente como tamaño de la varilla, espaciamiento, etc. La impresión válida de la computadora imprime el número de etiqueta y luego alista las descripciones de las diversas varillas bajo cada etiqueta. De esta manera, una referencia rápida puede hacerse entre la sección gráfica del dibujo y las descripciones de la varilla impresas a máquina, como se muestra en la lámina 3-2 y 3-4.

3.3 Métodos de dibujo mediante computadora

El dibujante puede pasar por alto muchas rutinas para ayudarlo en el dibujo y aumentar tanto su velocidad como su precisión. Los traslapos pueden añadirse mediante el ingreso del número de diámetros de varilla. Los ganchos estándar pueden añadirse mediante una simple indicación, y las dimensiones de ganchos especiales pueden ser ingresadas. Las longitudes de las varillas son automáticamente calculadas. Una rutina puede ser utilizada para calcular los recorridos de las varillas horizontales en una pared o varillas longitudinales en una cimentación o losa donde una longitud de corte definitiva (tal como 10 metros) es deseada. Una rutina puede utilizarse para calcular los recorridos de varillas, cuando las varillas de igual lon-

(Continúa)

gitud son deseadas. Una rutina puede ser utilizada para calcular la cantidad cuando la longitud y espacio son ingresados. Otra rutina puede utilizarse para variar una cantidad de varrillas entre dos longitudes diferentes, mediante un incremento específico. Otra podrá ser utilizada para variar los recorridos circulares de varillas entre dos radios.

Todavía más, otra rutina puede utilizarse para calcular las varillas de armadura en tramos, cuando las dimensiones del hormigón necesarias son ingresadas. Para los tipos normales ACI, los detalles de doblado son alistados y la longitud total es calculada como la dimensión 0. El tipo de doblado y las marcas secuenciales de varilla son automáticamente designadas mediante la computadora.

3.4 Procedimientos de pedido

Cuando los dibujos de ubicación han sido aprobados, la preparación de pedidos de taller es muy simplificada, mediante el uso de información generada para la lista de etiquetado o planillas de columna, viga, losa y detalles de doblado. Todo lo que el dibujante debe indicar son las etiquetas o las partes del trabajo que serán ordenadas según un dibujo particular, y el equipo de proceso de información pesa, clasifica y alista el material por grado, color de etiqueta, tipo de doblado, tamaño y longitud, en orden descendente en la lista de varillas. El equipo puede también producir las etiquetas de embarque y todos los documentos correspondientes.

(Continúa)

LAMINA 3-1. DETALLE DE COMPUTACION -FUNDACIONES -DIBUJO DE INGENIERIA

(VER PAGINA 145)

Este diseño representa una fundación completa de una pequeña estructura la cual incluye para propósitos ilustrativos, cimentaciones de columna individual, cimentaciones de pared continua, un muro de contención, y unos pocos pilares los cuales son realmente columnas cortas. Anotar que los pilares que son parte de una pared están retirados para proveer un retiro del ladrillo y para uniformidad; esta dimensión se aplica a la pared sur aunque ésta no tenga un retiro del ladrillo.

Sobre un dibujo de ingeniería real existiría información arquitectónica adicional omitida aquí por simplicidad.

Las provisiones de empalme ACI 318-71 requieren que el diseñador sea muy definido. En este ejemplo él ha indicado la longitud del empalme traslapado para las varillas verticales en las diversas secciones y ha tomado en cuenta las varillas horizontales en la nota 4. Alguien, probablemente, cuestionará por qué la longitud de empalme de la varilla de 12 mm es mayor que la de la varilla de 20 mm. La razón es que las varillas de 22 mm y de 20 mm, las cuales están en las cimentaciones de pared, son clasificadas como varillas *"inferiores"* bajo el código, ya que ellas tienen menos de 300 mm de hormigón debajo. Las varillas de 12 mm se utilizan en las paredes y tienen 300 mm o más hormigón debajo y deben clasificarse como varillas *"superiores"* para cálculo de la longitud de empalme.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en este manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 3-2. DETALLE DE COMPUTACION -FUNDACIONES -DIBUJO DE UBICACION

(VER PAGINA 146)

Este dibujo de ubicación de computación difiere del dibujo preparado manualmente, en el que cada punto es identificado mediante el uso de una marca o como se denomina, una *"etiqueta"*. La *"lista de etiquetas"*, la cual es reproducida por la computadora, menciona el material dentro de cada etiqueta. Este podrá ser un punto individual, tal como para F17 o para todas las series de puntos, como con F8. La lista de etiquetas da la cantidad, tamaño y longitud o marca de las varillas, más el espaciamiento, cuando es apropiado. Este también da información adicional, tal como la etiqueta F8, donde el mensaje *"longitudes variables, desde la derecha, en 350 mm"*, indica que este grupo de varillas está variando en su longitud y ubicación, que deberá comenzar desde la derecha en 350 mm sobre los centros.

La computadora calcula la cantidad y longitud de las varillas, detalles de doblado y asigna marcas, que imprimen la planilla de detalles de doblado. La computadora calcula recorridos largos de las varillas como en la etiqueta W7. El dibujante ingresa las dimensiones de la pared de hormigón, tamaño, espaciamiento y el número requerido de diámetros de varilla de traslapo de las varillas; y la computadora calcula el número de recorridos (11) y que exista una varilla de 10 m, más una varilla de 11 m en cada recorrido.

El dibujante eligió este ejemplo para mostrar las cimentaciones de columna y los detalles de varillas de refuerzo en la columna sobre el plano. En una estructura más grande y complicada, indudablemente ha sido utilizada una planilla.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en este manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 3-3. DETALLE DE COMPUTACION -ESTRUCTURA DE VIGA Y VIGA MAESTRA - DIBUJO DE INGENIERIA

(VER PAGINA 147)

En este ejemplo, las columnas reforzadas, 400 mm en cuadro, fueron supuestamente extendidas a través, como opuestas a los pilares cortos en el ejemplo de las fundaciones. (Aunque similares a los de la lámina 3-1, un número de cambios fueron hechos para propósitos ilustrativos).

Anotar que todas las vigas y vigas maestras son marcadas individualmente: aquellas que son esencialmente las mismas son señaladas con la misma marca. Anotar que las vigas maestras soportan las otras vigas. Las losas son también marcadas individualmente de la misma manera -, cada tablero de losa es marcado entre las líneas de las columnas.

El tamaño de la viga, viga maestra, losa y los detalles de varillas de refuerzo son indicados en planillas. Donde las varillas rectas inferiores y de armadura en las vigas o vigas maestras no se colocan en una sola capa, la varilla de armadura está indicada como en la *"segunda capa"*, como por ejemplo en la viga maestra G1.

Donde la planilla de losas requiere varillas de 12 mm a 150 mm, rectas y dobladas alternadas, esto significa varilla de 12 mm inferior recta a 300 mm, alternando con varillas de armadura de 12 mm a 300 mm. Las varillas de armazón extendidas a 0,30L de la luz en que está o se extiende la varilla de armadura, cualquiera que sea mayor. Anotar también que las varillas de armadura no son dobladas en extremos discontinuos de las losas, siendo provistas varillas superiores separadas.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en este manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 3-4. DETALLE DE COMPUTACION -ESTRUCTURA DE VIGA O VIGA MAESTRA - DIBUJO DE UBICACION

(VER PAGINA 148)

Las vigas y vigas maestras han retenido las marcas mostradas en los dibujos de ingeniería, excepto que el dibujante ha añadido sufijos, como son necesarios, donde el refuerzo no era idéntico, como por ejemplo G4A. Las losas, en contraste, han sido asignadas con un completo y nuevo sistema de marcado, debido a las numerosas desviaciones requeridas y el hecho de que un exceso de sufijos llega a ser difícil de manejar.

El dibujo de computadora utiliza el formato de planilla en este ejemplo. La lista de etiquetas comprende las planillas de viga, viga maestra y losa. La marca del miembro, a lo largo de su tamaño y cantidad, está mostrado como un letrero para cada miembro. La etiqueta llega a ser el medio identificador para cada varilla en el miembro, con la leyenda impresa al comienzo. Como un ejemplo, la viga maestra G1 es de 350 mm x 800 mm y dos son requeridas. Existen tres varillas de 26 mm x 6,10 m en la parte inferior y tres varillas de armadura de 28 mm marca 9E1. Anotar que estas varillas van a ser ubicadas en la segunda capa. En la parte derecha superior de la viga, existe una de 36 mm marca 11E2 (columnas B5 y D5). Las varillas superiores en la columna interior serán incluidas en la planilla de la viga maestra G3. Finalmente, los estribos son incluidos en la planilla; 20 de 10 mm marca 3E3 con su espaciamiento mostrado abajo. A menos que se indique otra cosa, esto es usualmente supuesto para ser *"cada extremo"* como en este ejemplo. Cuatro varillas de soporte de estribo son mostradas - dos en cada extremo. Todas las cantidades anteriores han sido dadas por el numeral 2 que indican que existen dos vigas maestras requeridas.

La información anterior ha sido recuperada de la computadora, mediante el ingreso esencial de las dimensiones y cantidad del hormigón y el tamaño de las varillas de refuerzo. La computadora también calculó, asignó marcas e imprimió los detalles de doblado mostrados en el dibujo.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en este manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

CAPITULO 4

PRACTICA DE TALLER EN PREPARACION

4.1 Procedimiento de taller

En adición a las listas de varillas, el taller de preparación deberá tener avisos de embarque, facturas y etiquetas. Estos prodrán prepararse ya sea en la oficina de ingeniería del preparador o en la oficina taller.

El aviso de embarque es una lista de todas las varillas (con identificación) en un embarque. Un embarque podrá constar de varias cargas de carro o cargas de camión, las cuales son entregadas como una unidad, no necesariamente en forma simultánea, pero sí dentro de un período de un día o dos. El aviso de embarque es utilizado como una revisión de taller cuando se cargan carros o camiones y deberá ser utilizado por el comprador para revisar cada embarque recibido. De esta manera, el contratante está seguro de que todas las varillas están a mano, cuando y donde sean necesarios, y cualesquiera diferencias pueden ser ajustadas inmediatamente. Los contratos usualmente especifican que cualquier reclamo por falta (escasez) deberá hacerse dentro de cinco días.

La factura es una constancia escrita del material entregado, junto con el precio, y es usualmente enviado al comprador al siguiente día de la entrega del material.

Ocasionalmente, las listas de varillas son también utilizadas como una nota de embarque y como parte de una factura.

La primera operación real del taller es cortar las longitudes apropiadas de las varillas para varillas rectas, varillas dobladas, estribos y enlaces.

Las varillas rectas son empaquetadas, etiquetadas y luego entregadas directamente al érea de embarque. Las otras varillas son dobladas y luego manejadas de igual forma.

Los espirales son enrollados al diámetro requerido de rollos de alambre o rodillos, y cortados después de que se ha dado el número apropiado de vueltas.

Si están desmontados, son amarrados en un paquete compacto y etiquetados. Si están montados, los espaciadores son cortados a la longitud, para la adecuada inclinación del espiral y unidos al espiral.

Generalmente, las varillas son colocadas en paquetes: cada uno contendrá varillas de un solo tamaño, longitud y marca, de tal peso que el paquete pueda estar apropiadamente manejado en el trabajo (ya sea por montacargas o por un par de hombres). Varios de estos paquetes podrán ser sujetados juntos para dar lotes de tamaño-grúa.

(Continúa)

Cada paquete tiene una etiqueta adjunta identificando al comprador por el nombre y dirección o mediante el número de pedido. Adicionalmente, para trabajos de construcción, cada paquete de varillas rectas es identificado con el grado, número de piezas, tamaño y longitud de varilla, y cada paquete de varillas dobladas, estribos, enlaces y espirales es identificado con el grado, número de piezas y marca, como se muestra en el dibujo de ubicación. Para estructuras de carreteras, cada paquete de varillas, ya sea rectas o dobladas, es identificado con el grado, número de piezas, tamaño, longitud y marca, como se muestra en los dibujos y planillas de estructuras. Existe alguna variación entre los preparadores con respecto al tipo de etiquetas utilizadas. Aquellas mostradas en la figura 4-1 son muy representativas.

El Tipo A (A-1 y A-2 siendo lados contrarios) es una etiqueta de fibra de tela o cuerdas, con nombre, dirección, etc., llenado mediante máquina o tinta a prueba de agua. El tipo B es una etiqueta de metal con el nombre, etc., impreso mediante la máquina. Una etiqueta similar a A-1 es unida a cada paquete, a excepción de los embarques de carga de carro, en donde el nombre y la dirección pueden omitirse siempre que el número de orden aparezca en un lado de la etiqueta.

La información mostrada en A-2 o sobre B está también dada sobre una etiqueta unida a todos los paquetes de varillas rectas. Las etiquetas de tipo C son aquellas preparadas mediante la computadora.

4.2 Existencia en almacén

4.2.1 *Varillas de refuerzo: grados, tamaños y marcas*

Las especificaciones normales de los Estados Unidos para varillas de refuerzo son establecidas por la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (ASTM). Estas normas regulan los grados de resistencia, patrones de nervaduras, tamaños y marcas de las varillas.

Las varillas de refuerzo son producidas de tres clases de acero: nuevos lingotes, eje o riel en cuatro grados de resistencia (fluencia) útil. La resistencia a la fluencia de una varilla es su resistencia útil.

Las tres especificaciones de varilla ASTM son:

A615 - Acero de lingotes en varillas deformadas
- Grado 40 - Tamaños 10 a 34 mm
- Grado 60 - Tamaños 10 a 34 mm; 42 y 54 mm
- Grado 75 - Tamaños 32 mm, 42 mm y 54 mm

A616 - Acero de riel para varillas deformadas
- Grado 50 - Tamaños 10 mm - 34 mm
- Grado 60 - Tamaños 10 mm a 34 mm

(Continúa)

FIGURA 4-1. Detalle de marbetes de varillas.

CIA. DE ACERO ABC
CHICAGO, ILL

Constructora Jones S. A.
1001 Broadway
Jonesville, Ill

A - 1
EDIFICIOS

Orden No. 709
Grado 60
No. de ps 48
Tamaño 12 mm
Largo 5,8 m
Marca R. 450

A - 2
Detrás de A - 1

CIA. DE ACERO ABC
CHICAGO, ILL

Constructora Jones S. A.
S. H. 342 - Sec B-2
Puente No. 165
Estación 5 + 134
Jonesville, Ill

A - 1
ESTRUCTURAS DE CARRETERAS

48 12 mm 5,8 R450

B

R450

C

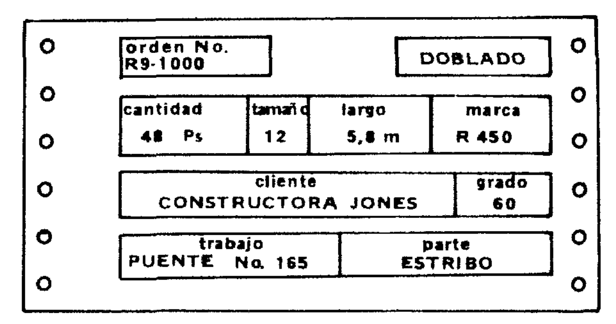
CANT. 10 11
TAM. 7 8
LARGO 19 | 5

contrat | despa | marca | grado 40
uso
consignado a
tipo
m m m m

C - 1

contrato | orden no | long | marca
tipo
dobla
título | subtítulo | grado 60
cort | dob | car | log

C - 2


orden No.
R9-1000
DOBLADO

cantidad	tamaño	largo	marca
48 Ps	12	5,8 m	R 450

cliente	grado
CONSTRUCTORA JONES	60

trabajo	parte
PUENTE No. 165	ESTRIBO

C - 3

FIGURA 4-2. Marcas de varillas.

MARCAS DE VARILLAS ESTANDAR:

Las varillas de baja resistencia muestran solo 3 marcas (no marcas de grado)

1. Taller de producción (inicial)
2. Diámetro de varilla (en mm)
3. Tipo (N para lingote nuevo; A para eje, I para riel)

Las varillas de alta resistencia deben también indicar marcas de grado

60 ó una línea para 60 000 psi	–	413 MPa
75 ó dos líneas para 75 000 psi		517 MPa

SISTEMA DE LINEA CONTINUA - MARCAS DE GRADO

Costillas principales

Inicial de taller de producción

Diámetro de varilla

Tipo de acero (nuevo lingote)

Dos líneás

Una línea

Marcas de grado

H 34 N

GRADO440 (Grado 50, Riel y grado 40, eje similar 275 MPa	GRADO 60 (Grado 60, Riel y eje similar 413 MPa	GRADO 75 (A615 Solamente lingote) 517 MPa

SISTEMA DE NUMEROS - MARCAS DE GRADO

Costillas principales

Inicial de taller de producción

Diámetro de varilla mm

Tipo de acero (lingore nuevo)

Marca de grado

H 34 N 60 75

GRADO 40 (Grado 50, Riel y grado 40 eje similar) 275 MPa	GRADO 60 (Grado 60, Riel y eje similar) 413 MPa	GRADO 75 (A 615 Solamente lingote) 517 MPa

Las marcas de identificación de las varillas pueden también estar orientadas para leerse horizontalmente (a 90° de las ilustradas). Las líneas de marco de grado deben ser contínuas por lo menos en cinco espacios de deformación. Los números de marca de grado pueden ser colocados dentro de espacios separados de deformación.

A617 - Acero de eje de varillas deformadas
Grado 40 - Tamaños 10 mm a 31 mm
Grado 60 - Tamaños 10 mm a 34 mm

Los tamaños normales de varillas de refuerzo deformadas que reúnen las especificaciones ASTM son mostrados en la Tabla 4-1. Existe alguna variación en la existencia llevada localmente en localidades diferentes y también por cuenta de los preparadores en la misma localidad. La información que sigue deberá ser suplementada mediante información de los preparadores locales.

Los preparadores de ordinario almacenan únicamente uno o dos grados de acero de refuerzo. Para nuevas preparaciones, el acero de lingotes de grados 40 y 60 es el más común, aunque pueden utilizarse otros grados. Para espirales, rodillos doblados en caliente, de 275 MPa, de índice mínimo de fluencia, son comúnmente utilizados, aunque otros grados y alambre estirado en frío podrá ser disponible. (Los rodillos doblados en caliente para uso en espirales reunirán las especificaciones de resistencia y elongación de la ASTM para el grado especificado).

Las varillas son almacenadas por muchos preparadores en longitudes de 18 m, pero esta práctica varía. Mediante un arreglo especial, las varillas más largas pueden ser a veces obtenidas, pero deberá considerarse las limitaciones de embarque. Ordinariamente no se almacenan varillas de 42 mm ó de 54 mm, pero pueden asegurarse mediante un arreglo especial en el grado y longitud deseada.

Las varillas son identificables mediante marcas permanentes enrolladas dentro de la varilla, para indicar el taller de producción, tamaño de la varilla, tipo de acero, y para grado de 60 y 75. Las varillas conformes a A615, A616 ó A617 serán marcadas para el grado, ya sea mediante:

(1) Las designaciones numéricas en intervalos correspondientes a una revolución del rodillo, o mediante
(2) El sistema lineal continuo (ver figura 4-2).

4.2.2 *Malla de alambre soldado*

La calidad del alambre o malla de alambre soldado es controlada mediante especificaciones de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales como a continuación se indica:

A82 Alambre de acero estirado en frío para refuerzo de hormigón
A185 Alambre de acero soldado para refuerzo de hormigón
A496 Alambre de acero deformado para refuerzo de hormigón
A497 Malla de alambre de acero deformado y soldada para refuerzo de hormigón

(Continúa)

4.3 Tolerancias

Las limitaciones prácticas del equipo y la velocidad de producción hacen necesario establecer ciertas tolerancias en la fabricación, las cuales pueden ser cumplidas con el equipo de taller normalizado. Donde se requiere una mayor precisión que la dada por las tolerancias, a las cuales sigue, definitivamente se establece este hecho como una carga extra que se hace para este tipo de preparación.

Las varillas de refuerzo son cortadas a longitud, mediante el corte con una tolerancia de 25 mm más ó 25 mm menos que la longitud especificada. Las tolerancias recomendadas en la escuadría de los extremos nominalmente cortados en escuadra son mostradas en la figura 4.3.

Las dimensiones de una varilla doblada son medidas de extremo a extremo de la varilla. La tolerancia para la longitud de doblado total es de 25 mm más ó 25 mm menos. Para una varilla de armadura, la tolerancia en altura es de 12 mm menos que la dimensión especificada; no se permite una mayor altura de tal manera que se tenga la seguridad de que las varillas puedan ser colocadas dentro de la profundidad de la losa o viga especificada.

El diámetro de los espirales de columna es medido a la parte exterior del espiral. La tolerancia es de 12 mm más ó 12 mm menos que el diámetro especificado. La tolerancia para enlaces o estribos es 12 mm más ó 12 mm menos que la dimensión especificada. Las tolerancias normales son gráficamente mostradas en la figura 4.4. Tolerancias de varilla en hormigón prefabricado parecen ser más exactas (ver capítulo 10).

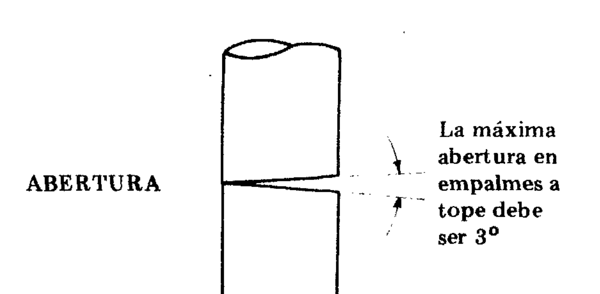
4.4 Extras

Las varillas de refuerzo son vendidas sobre la base de sus pesos teóricos calculados a partir de los valores dados en la tabla 4-1. Para el precio de base por ciento del peso son añadidos ciertos cargos extra.

Los principales cargos extra son:

a) ***Preparación.*** Una varilla de refuerzo de hormigón preparada significa cualquier varilla de acero simple utilizada para refuerzo de hormigón o de varilla de acero deformada, de conformidad con las especificaciones ASTM para el refuerzo de hormigón, y cortada a una longitud específica, o cortada y doblada a una longitud y configuración específicas. Tamaño y deformaciones de las varillas de acero deformadas cumplen con la ASTM A615, A616 ó A617. Los rodillos doblados en espiral o alambres en tamaños de 10 mm, 12 mm y 16mm y malla de alambre soldado, cumpliendo ASTM A185 ó A497, son considerados refuerzo de hormigón dentro de esta definición. Otros materiales utilizados como refuerzo de hormigón y procesos diferentes al corte y doblado no están incluidos en esta definición.

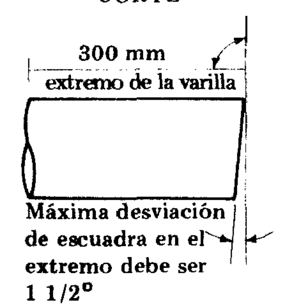
(Continúa)



RETIROS LINEALES EQUIVALENTES

Diámetro de varilla mm	Máxima abertura admisible mm	Máxima abertura aproximada
26	1,3	1,2
28	1,5	1,6
30	1,7	1,8
34	1,9	2,0
42	2,3	2,4
54	3,0	3,2

CORTE



RETIROS LINEALES EQUIVALENTES

Diámetro de varilla mm	Máxima desviación admisible mm	Máxima desviación aproximada
26	0,7	0,8
28	0,8	0,8
30	0,8	0,8
34	0,9	1,0
42	1,1	1,2
54	1,5	1,6

TABLA 4-1. Varillas de refuerzo deformadas "estandar".

Diámetro varilla mm	Masa unitaria kg.m	Dimensiones nominales		
		Diámetro mm	sección mm^2	Perímetro mm
10	0,42	10	78	31
12	0,76	12	113	38
16	1,20	16	200	50
20	1,72	20	314	63
22	2,34	22	380	69
26	3,07	26	530	82
28	3,91	28	615	88
32	4,94	32	804	100
36	6,10	36	1 017	113
44	8,79	44	1 519	138
58	15,60	58	2 640	182

El diámetro nominal de la varilla deformada es el mismo de la varilla recta por lo que la masa, la sección y el perímetro se mantienen iguales.

b) *Tamaños.* Extras para el incremento del tamaño como para la reducción del tamaño de la varilla. Todas las estimaciones, por lo tanto, deberán mostrar las cantidades totales para cada tamaño de varilla.

c) *Grados.* Algunos grados de varillas tienen un grado extra. Las cantidades sobre la estimación deberán, por lo tanto, ser mantenidas separadas por grado.

d) *Doblado.* Cargos extra son hechos para todo doblado. Las estimaciones deberán, por lo tanto, mostrar la cantidad total de doblado, separada dentro de dos clases y de categorías de preparación especial como a continuación se indica:

(1) Doblado pesado. Los tamaños de la varilla de 12 mm hasta 54 mm son doblados en no más de seis puntos; el doblado de radio a un radio, y el doblado no definido de otra forma.

(2) Doblado liviano. Incluye todas las varillas de 10 mm y todos los estribos y los enlaces de columna; y todas las barras de 12 mm hasta la de 54 mm, las cuales son dobladas en más de seis puntos, el doblado en más de un plano, el doblado del radio con más de un radio en cualquier otra varilla, o una combinación de radio y otro doblado (el doblado de radio, siendo definido como todo doblado que tenga un radio de 300 mm o más para el interior de la varilla).

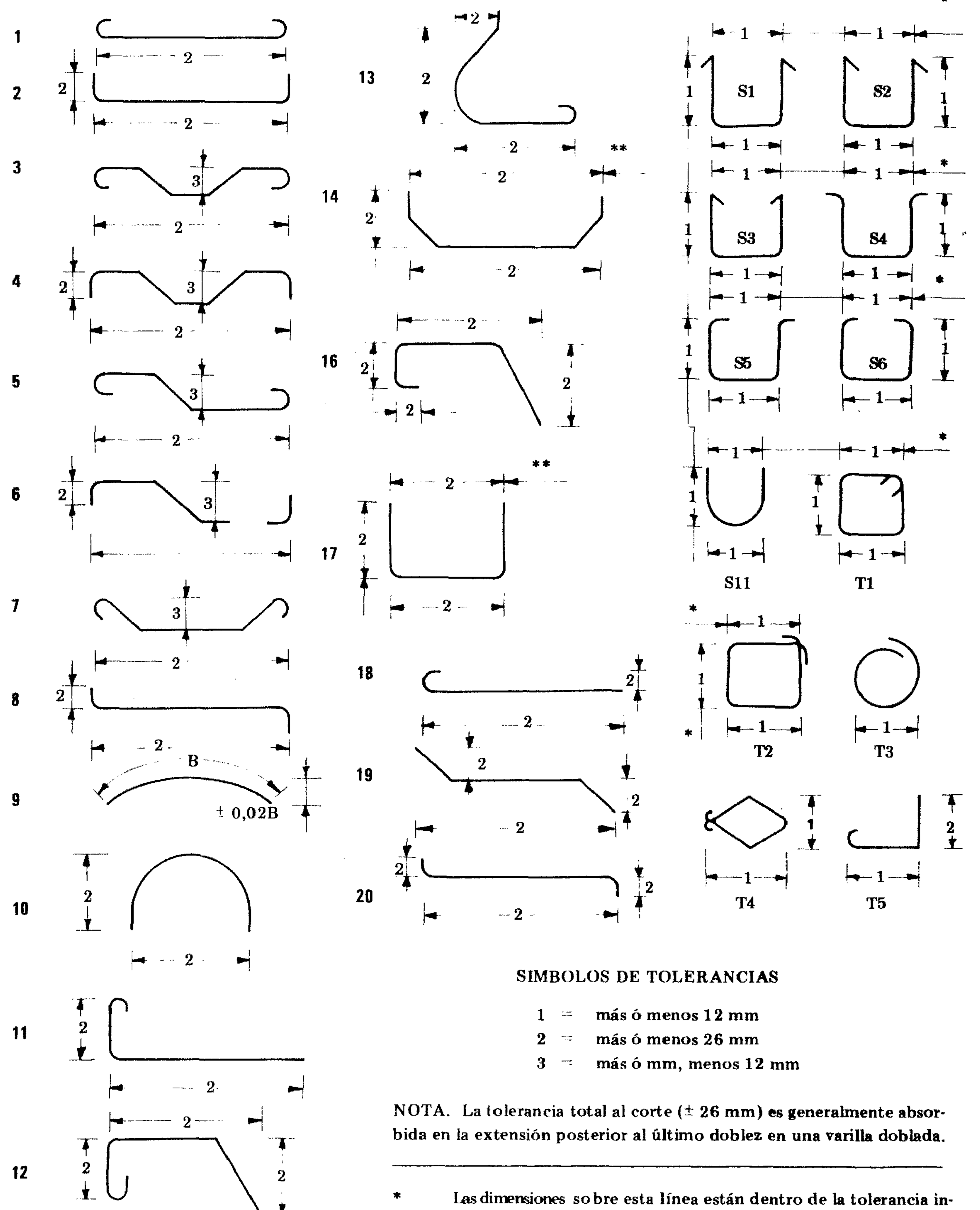
e) *Preparación especial.* Los cargos extra para preparación especial son individualmente calculados para reunir las condiciones para cada proyecto sobre los siguientes puntos:

1. Doblado para tolerancias especiales.
2. Corte para tolerancias especiales.
3. Espirales.
4. Doblado para menos que los radios mínimos recomendado.
5. Varillas que requieren un doblado en caliente.
6. Extremos cuadrados (corte de sierra).
7. Extremos en bisel.
8. Doblados no usuales o preparaciones de extremos no definidos en otra manera.

El cargo extra para el doblado liviano está entre dos o tres veces para doblado pesado. Los cargos extras para preparación especial son individualmente calculados para reunir las condiciones para cada proyecto. Los cargos corrientes para extras deberán ser obtenidas de los preparadores locales.

(Continúa)

FIGURA 4-4. Tolerancias "estándar" para refuerzo.



SIMBOLOS DE TOLERANCIAS

1 = más ó menos 12 mm
2 = más ó menos 26 mm
3 = más ó mm, menos 12 mm

NOTA. La tolerancia total al corte (± 26 mm) es generalmente absorbida en la extensión posterior al último doblez en una varilla doblada.

---

* Las dimensiones sobre esta línea están dentro de la tolerancia indicada pero no deben cambiar en la dimensión paralela más de 12 mm.

** Las dimensiones en esta línea están dentro de la tolerancia indicada pero no deben cambiar en la dimensión paralela más de 26 mm

(Continúa)

CAPITULO 5

REFUERZO DE ALAMBRE

5.1 Generalidades

El tejido de alambre soldado, a menudo denominado malla de alambre, consiste en una serie de alambres de acero espaciados, paralelos, estirados al frío en ángulo recto de cada una de las intersecciones para formar rejillas rectangulares o cuadradas. Los alambres lisos, los alambres deformados o una combinación de ambos, pueden utilizarse en el refuerzo de malla de alambre soldado, de acuerdo con los dibujos de diseño. Los alambres lisos son identificados por números-W, de acuerdo con la Especificación ASTM A 82, y los alambres deformados son representados mediante D-números, de acuerdo con la Especificación ASTM A 496. El alambre deformado, el tejido de alambre liso soldado y el tejido de alambre deformado soldado, son especificados como refuerzo apropiado en ACI 318-71, siempre que el espaciamiento de las intersecciones soldadas no exceda de 300 mm para alambres lisos y 400 mm para alambres deformados.

5.2 Fabricación

La malla de alambre liso soldado y la malla de alambre deformado soldado son fabricadas de acuerdo a los requerimientos de las especificaciones A 185 y A 497, respectivamente.

El tamaño y el espaciamiento de los alambres y los anchos de rollos o láminas planas disponibles por completo en la industria varía algo, debido a la diferencia en el equipo utilizado por los fabricantes.

Cuando la malla de alambre soldado de un tipo particular especificado en los dibujos de diseño no está fácilmente disponible, otro tamaño de alambre y combinación de espaciamiento, área de acero equivalente, puede sustituirse con la aprobación del ingeniero.

"*Alambres longitudinales*" y "*alambres transversales*" son términos utilizados para identificar los componentes de la malla de alambre soldado; siendo estas designaciones basadas en el método de fabricación, en lugar del uso de la malla. Los alambres longitudinales son pre-colocados y longitudinalmente ubicados a través de la máquina de soldadura de la malla, mientras los alambres transversales son colocados en posición de alambre cruzado y soldado a los alambres longitudinales. Los alambres transversales no necesitan ser del mismo tamaño que los alambres longitudinales, pero pueden ser también más grandes o más pequeños.

Los alambres transversales normalmente se extienden de 0 a 25 mm más alla de los alambres longitudinales externos. La práctica comercial considera el ancho de la malla como la distancia de centro a centro entre los alambres longitudinales externos. Si se requiere, la malla de alambre soldado puede fabricarse con un sobresaliente muy grande en uno o am-

(Continúa)

bos lados. La anchura de la malla es luego medida de extremo a extremo de los alambres transversales, cuando la suma de partes que sobresalen en ambos lados exceden de 50 mm. La longitud de cada hoja o rollo es siempre considerada como longitud de punta a punta de los alambres longitudinales.

La malla de alambre soldado sale de la máquina de soldadura en una longitud continua con espaciamiento uniforme de alambres transversales: el corte a longitudes especificadas sigue el proceso de soldado. Las longitudes de las hojas o rodillos deberán detallarse para ser múltiplos del espaciamiento de los alambres transversales; los cortes de otra manera caerán en varias distancias de intersecciones soldadas y no existirán proyecciones de extremos uniformes de alambres longitudinales o un número constante de alambres transversales por hoja.

5.3 Estilos de malla

La malla de alambre soldado está designada como *"estilo"*, una cifra numérica que especifica el espacio deseado y el tamaño, tanto de los alambres longitudinales como transversales. Una típica designación de estilo: 75 x 150 W8 x W4, significa los alambres longitudinales 75 mm al centro, los transversales 150 mm al centro, longitudinales lisos de tamaño W8, y alambres transversales suaves de tamaño W4. Igualmente, 150 x 300 - D10 x D5, significan alambres longitudinales de 150 mm al centro, transversales de 300 mm al centro, longitudinales deformados de tamaño D10, y alambres longitudinales deformados de tamaño D5. Si se desea malla galvanizada, la abreviación *"Galv."* es añadida a la designación. 100 x 100 – W1.5 x W1.5 Galv., así significa el tamaño liso W1.5 de alambre galvanizado en 100 mm al centro, tanto en la dirección longitudinal como en la transversal.

Los estilos de malla para cumplir con las áreas de acero seccional especificado pueden seleccionarse del tamaño del alambre y combinaciones de espaciamiento enlistados en la tabla 5.1. Si, por ejemplo, la malla de alambre liso con las áreas de acero seccional de 450 mm^2 por metro de longitud y 225 mm^2 por metro de longitud son requeridos, las áreas pueden ser provistas por diferentes tamaños de alambre y combinaciones de espacio: 150 x 150 - W12 x W6, 100 x 100 - W8 x W4, 75 x 300 - W6 y W12, etc. Si se requiere malla de alambre deformado, los estilos serían designados como 150 x 150 - D12 x D6, 100 x 100 - D8 x D4, 75 x 300 - D6 x D12, etc.

Ciertos estilos de malla de alambre liso son llevados en existencia, sea en el taller de producción o en puntos de almacenaje. Mientras la práctica varía con diferentes fabricantes y localidades, los estilos alistados en la tabla 5.2 son universal e inmediatamente disponibles. El uso de esos estilos es normalmente basado en práctica pasada y disponibilidad rápida, mejor que en áreas específicas de acero; los estilos de malla en la tabla 5.2 son identificados tanto por medidores históricos de alambre de acero como por tamaños de número, W de alambre.

Aunque otros estilos de malla de alambre soldado no pueden estar disponibles en existencia, éstos pueden obtenerse a pedido, rutinariamente, ya que el proceso de fabricación es fácilmente adaptable a una escala amplia en los tamaños y espaciamiento del alambre.

(Continúa)

5.4 Desarrollo de la longitud y empalmes traslapados en malla de alambre liso soldado

De acuerdo con las provisiones de ACI 318-71, la resistencia a la fluencia de alambres longitudinales lisos de malla de alambre soldado es considerada a ser desarrollada mediante el recubrimiento de dos alambres transversales de por lo menos 50 mm del punto de la sección crítica. Igualmente, el recubrimiento de un alambre transversal es considerado para desarrollar la mitad de la resistencia a la fluencia. Estos requerimientos son ilustrados en la figura 5.1.

El empalme de la malla de alambre liso soldado puede conseguirse con un traslapo comparativamente corto, cuando los alambres transversales se dan dentro del traslapo, debido a que los miembros de cruce conectados rígidamente proveen un anclaje mecánico.

Los empalmes en las regiones de resistencia máxima deberán evitarse donde sea posible; dichos empalmes, donde sean utilizados para cada extremo o borde traslapado, serán hechos de tal manera que la distancia entre los alambres de cruce más remoto de cada hoja de malla no sea menor que el espaciamiento de los alambres paralelos al traslapo, más 50 mm (ver figura 5.2, detalle A).

Para empalmes en las regiones de resistencia baja, (a la mitad de la resistencia permisible o menor) los traslapos serán hechos de tal manera que la distancia entre los alambres de cruce más remoto no sea menor que 50 mm (ver figura 5.2, detalle B).

Estos requerimientos para los empalmes deberán ser establecidos por cláusulas apropiadas en las especificaciones generales, o mostradas o anotadas sobre los planos, y deberán estar en conformidad con el Código bajo el cual la estructura ha sido diseñada.

5.5 Desarrollo de la longitud y empalmes en malla de alambre deformado y alambre deformado soldado

El desarrollo de la malla de alambre de acero deformado y de alambre deformado soldado, y las longitudes de empalme, son funciones de resistencia de unión dadas por las deformaciones en el alambre y el anclaje mecánico provisto por los alambres transversales soldados.

Las longitudes de desarrollo y empalme para malla de alambre deformado y de alambre deformado soldado, serán determinadas por el ingeniero a partir de los requerimientos de ACI 318-71.

5.6 Detalles

Las reglas generales para preparar dibujos de ingeniería y ubicación, dadas en el capítulo 2, son igualmente aplicables al refuerzo de malla de alambre soldado.

Los dibujos deberán establecer claramente los estilos de malla de alambre soldado requeridos y, si es pertinente, las anchuras y longitudes requeridas para hojas y rollos. El refuerzo para

(Continúa)

TABLA 5-1. Sección transversal de malla soldada de alambre.

(Area en mm² por metro de ancho para varios espaciamientos)

Tamaño de alambre	Diámetro nominal mm	Masa nominal kg.m	Espaciamiento entre ejes			
			75 mm	100 mm	150 mm	180 mm
W31 o D31	16	1,42	2 400	1 800	1 200	600
W30 oo D30	16	1,37	2 222	1 650	1 171	580
W28 o D26	16	1,28	2 166	1 623	1 023	541
W26 o D26	16	1,19	2 012	1 509	1 006	503
W24 o D24	14	1,10	1 857	1 393	928	464
W22 o D22	14	1,00	1 702	1 277	851	425
W20 o D20	14	0,91	1 548	1 161	774	387
W18 o D18	12	0,82	1 393	1 045	696	348
W16 o D16	12	0,73	1 238	928	619	309
W14 o D14	12	0,64	1 082	812	541	270
W12 o D12	10	0,55	928	696	464	232
W11 o D11	10	0,50	851	638	425	212
W10,5 o D10,5	10	0,48	812	609	406	203
W10 o D10	10	0,45	774	580	387	193
W9,5 o D9,5	10	0,43	735	551	367	183
W9 o D9	10	0,41	696	522	348	174
W8,5 o D8,5	8	0,39	657	493	329	164
W8 o D8	8	0,36	619	464	309	154
W7,5 o D7,5	8	0,34	580	435	290	145
W7 o D7	8	0,32	541	406	271	135
W6,5 o D6,5	8	0,29	503	377	251	125
W6 o D6	8	0,27	464	348	232	116
W5,5 o D5,5	8	0,25	425	319	212	106
W5 o D5	8	0,22	387	290	193	96
W4,5 o D4,5	6	0,20	348	261	174	87
W4 o D4	6	0,18	309	232	154	77
W3,5	6	0,16	270	203	135	67
W3	6	0,13	232	174	116	58
W2,5	6	0,11	193	145	96	48
W2	4	0,09	154	116	77	38
W1,5	4	0,06	116	87	58	29

(Continúa)

TABLA 5-2. Estilos comunes de malla soldada de alambre en existencia.

DESIGNACION DE ESTILO		Espaciamiento de alambres mm		Diámetro de alambres mm		Sección transversal mm^2 por m		Masa kg por 10 m^2
Por calibre de alambre	Por número	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	
150x150 - 250x250	6x6 - W1,4xW1,4	150	150	3,4	3,4	56	56	9,4
150x150 - 200x200	6x6 - W2,1xW2,1	150	150	4,1	4,1	79	79	13,5
150x150 - 150x150	6x6 - W2,9xW2,9	150	150	4,8	4,8	112	112	19,0
150x150 - 100x100	6x6 - W4 xW4	150	150	5,7	5,7	154	154	26,0
100x100 - 250x250	4x4 - W1,4xW1,4	100	100	3,4	3,4	83	83	14,0
100x100 - 200x200	4x4 - W2,1xW2,1	100	100	4,1	4,1	119	119	20,0
100x100 - 150x150	4x4 - W2,9xW2,9	100	100	4,8	4,8	168	168	28,0
100x100 - 100x100	4x4 - W4 xW4	100	100	5,7	5,7	232	232	38,0
* 100x100 - 200x300	4x12 - W2,1xW0,9	100	300	4,1	2,6	119	17	11,0
* 100x100 - 175x275	4x12 - W2,5xW1,1	100	300	4,5	3,0	143	21	14,0

* La malla soldada de alambre liso con alambres menores del tamaño W1,4 es fabricada de alambre galvanizado.

FIGURA 5-1. Longitudes desarrolladas para malla soldada de alambre liso.

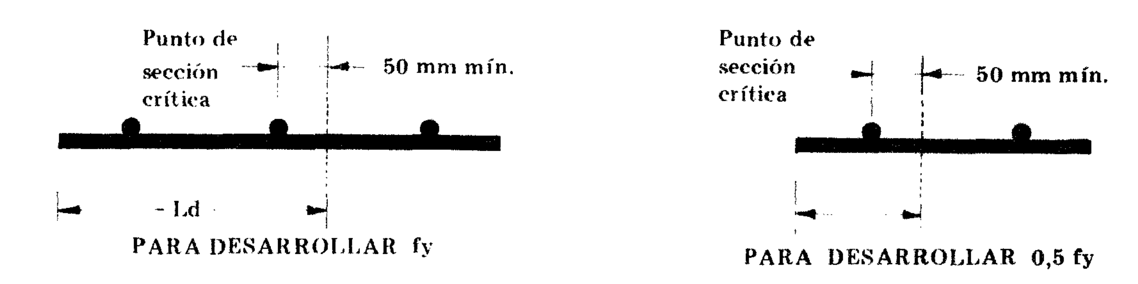
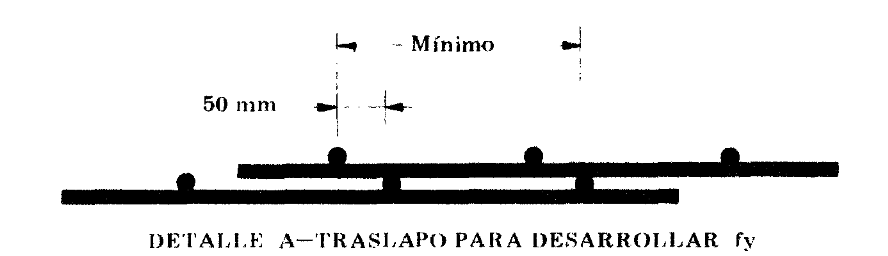
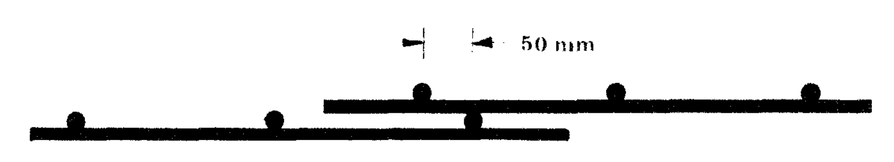


FIGURA 5-2. Empalme de mallas soldadas de alambre liso.





(Continúa)

losas alivianadas, losas armadas en una sola dirección, estribos, amarres de columna, losa sobre tierra, puede ser usual y adecuadamente descrito mediante notas y/o secciones transversales, mostrando los estilos requeridos, traslapos, cubierta y soportes. Adicionalmente, para losas apoyadas, hay que establecer en los dibujos hasta dónde deberá extenderse la malla dentro de los soportes de extremo y lateral de anclaje. La malla de alambre soldado para losas planas, paredes y algunas losas armadas en una sola dirección, podrán requerir dibujos de ubicación mostrando el contorno de láminas de refuerzo identificadas por el estilo, dimensiones de lámina, direcciones de ubicación y planilla de cantidad.

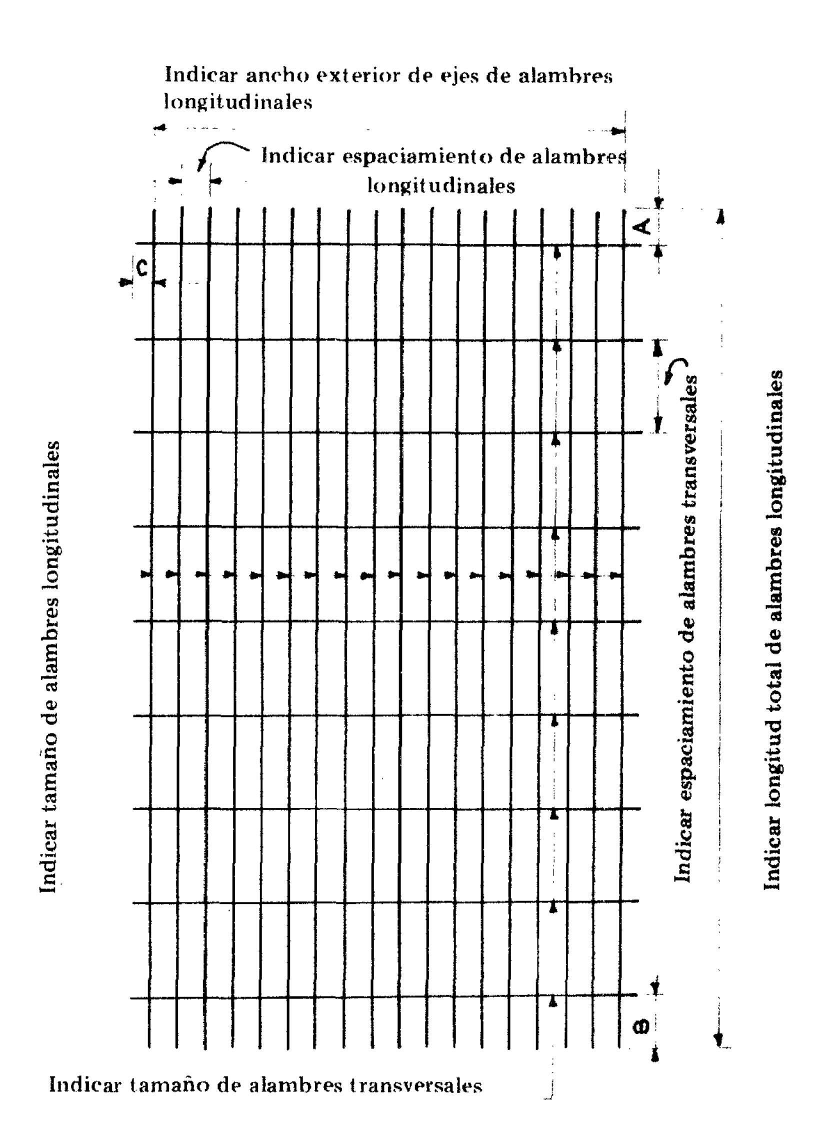
La ubicación de la malla de alambre soldado con respecto a los bordes de losa, deberá ser dimensionada como a continuación se indica: en un borde de losa que es paralelo a los alambres transversales, el espacio libre requerido deberá indicarse como la distancia del borde de la losa hacia los extremos de los alambres longitudinales: en un borde de losa, el cual es paralelo a los alambres longitudinales, el espacio requerido deberá ser indicado como la distancia del borde de la losa al centro del primer alambre longitudinal, no la distancia a los extremos de los alambres transversales. El refuerzo positivo perpendicular al borde discontinuo de losas deberá extenderse en por lo menos 150 mm dentro de las vigas, paredes o columnas enjutas. El dibujante deberá ejercitar cuidado al seleccionar los salientes de extremo o de borde, de modo que el área de corte de los alambres se mantenga en un mínimo.

Si los espaciamientos del alambre longitudinal no-uniforme, los salientes de los extremos de los alambres longitudinales o los salientes de bordes de alambres transversales, son requeridos, un plano de la malla de alambre soldado deberá ser preparado como se muestra en la figura 5-3. Los salientes de los extremos de los alambres longitudinales (dimensiones A y B en la figura 5-3) son cada uno igual a la mitad del espaciamiento del alambre transversal, a menos que sea diseñado de otra manera. La malla con otros salientes en los extremos puede ser fabricada si tan solo eso se requiere, siempre que la suma de las dimensiones A y B sea igual al espaciamiento de alambre transversal. El saliente del borde de los alambres transversales (dimensión C en la figura 5-3) deberá indicarse en uno o ambos bordes de láminas.

Donde los espaciamientos del alambre longitudinal uniforme, los salientes normales de los extremos de los alambres longitudinales (1/2 del espaciamiento del alambre transversal) y salientes normales de los bordes (25 mm como máximo a cada lado) son considerados, la malla de alambre soldado puede ser adecuadamente descrita por una simple designación escrita. Por ejemplo: 100 mm x 300 mm - W12 x W6, 2,40 m (+ 0 mm + 0 mm) x 4,80 m da un estilo de malla, anchura de lámina, saliente del borde y longitud de lámina 100 mm x 500 mm - W12 x W6 es el estilo de malla; la anchura de la lámina, 2,40 m, es la distancia de centro a centro entre los alambres longitudinales externos; (+ 0 mm + 0 mm) denota que los salientes de los bordes de alambres transversales no son requeridos: 4,80 m representa la longitud total de la lámina, de punta a punta de los alambres longitudinales.

(Continúa)

FIGURA 5-3. Dibujo de láminas planas de malla soldada de alambre.



(Continúa)

CAPITULO 6

DETALLES DEL DISEÑO ESTRUCTURAL PARA EDIFICIOS

6.1 Alcance de la responsabilidad del diseñador

Aunque este manual fue preparado principalmente como una guía para dibujantes de varillas de refuerzo, ha comprobado ser útil para los diseñadores en oficinas de arquitectura e ingeniería, de tal manera que este capítulo sobre métodos convenientes para describir los requerimientos de diseño, está incluido. En muchos lugares de todo este texto están disposiciones que la ACI 318-71 requerirá que el diseñador anote como necesidades en el campo de sujeciones, traslapos, doblados, empalmes y detalles similares. Con tantas variables en la forma de métodos de diseño, clase de resistencia, calidad del hormigón, y otros factores, la provisión de un modelo previo para seguir el Código o este Manual de Dibujo ya no tiene ningún significado. *"Detalle de acuerdo a la ACI 315- ....* " ha sido y es frecuentemente utilizado como una nota sobre dibujos de diseño estructural o en especificaciones de trabajo. Es requerido por algunos códigos de construcción. Es usualmente interpretada para requerir de los dibujos de ubicación, y algunas veces las listas de soporte de varillas y disposición de detalles por el capítulo 7.

Siendo el hormigón poco resistente en tensión, el refuerzo es bien elaborado con precisión para tener cuidado de tensiones previstas por el diseñador sea en la flexión directa o en la diagonal (varillas de refuerzo principal) (refuerzo de estribo). El diseñador tiene una información completa sobre hipótesis que él ha hecho y el rendimiento de la estructura que va a requerirse. Unicamente él conoce cómo y donde el refuerzo es requerido; únicamente él puede dar esta información al dibujante.

Los dibujantes de diseño deberán ser completados a la extensión que cada parte de información relacionada con el tamaño y la disposición de los miembros de hormigón, y el tamaño, posición y detalle de las varillas de refuerzo es completamente dada, ya sea mediante un dibujo, descripción, diagrama o nota. Todas las dimensiones deberán mostrarse sobre el dibujo de diseño: los diseñadores no deberán esperar que el dibujante dé las longitudes de escala de varillas, traslapos u otras dimensiones. No es apropiado para el diseñador ejercer preferencias individuales al revisar los dibujos de taller o rechazar las ambiguedades o el conocimiento y destreza de los contratistas y subcontratistas, para tener cuidado de los artículos que no estén cubiertos adecuadamente en los documentos del contrato.

No es necesario para el diseñador hacer los dibujos completos de cada miembro ni registrar completamente el doblamiento de varillas en cada miembro, pero las planillas deberán estar preparadas de tal modo que esta información sea determinada inequívocamente mediante diagramas, notas y referencias.

Los dibujos de muestra en este manual son considerados como un método de presentación de información, mas no para establecer las normas para asuntos de diseño tales como los

(Continúa)

puntos de doblado de varillas. Los dibujos son considerados para ilustrar que es función del diseñador indicar al dibujante específicamente lo que él quiere y necesita. El diseñador tiene los cálculos, diagramas de momento, y la filosofía básica total inmediatamente en frente de él, y es su responsabildiad el definir los requerimientos para el dibujante.

Con cargas uniformes y luces iguales, puede ser satisfactorio doblar las varrillas a 0,15L y 0,25L para extenderlos a 0,3L como se indica en la figura 6-1; sin embargo, esto no es una práctica general suficientemente segura para considerarla normal en la ausencia de cualquier información. Una anotación de que el dibujo de taller es para seguir las normas de este manual no deberá extenderse para aplicar a tales materias. Anotar también que el ACI 318-71, capítulo 12, tiene un número de requerimientos que se relacionan con el corte de puntos de doblado de la varilla.

6.1.1 *Detalles típicos*

El diseñador deberá incluir en cada grupo de planos una losa, vigueta, viga, pared, cimentación y detalle de columna, típicos, mostrando la disposición exacta del acero de refuerzo deseado, tal como está ilustrado en la figura 6-1, con la resolución de que a menos de que se provea otra cosa en la planilla, esta disposición del acero de refuerzo se aplique. Cada dimensión en este dibujo es importante y sirve su propósito. La figura 6-1 muestra los detalles típicos para el refuerzo de doblado en vigas, losas y viguetas.

Los detalles típicos para esquinas de paredes estructurales sujetas a inversión de esfuerzos y los detalles típicos para las esquinas de pared ordinaria (o cimentación de pared) son mostrados en la figura 2-9. ACI 318-71 tiene requerimientos especiales para los miembros sujetos a inversión de esfuerzos en la escala plástica (ver apéndice A de este libro). El diseñador deberá hacer cierto que los detalles cumplan con la ACI 318-71 u otros códigos que tengan jurisdicción.

6.1.2 *Detalles de columna*

En el diseño de columnas es esencial dar una información completa para el dibujante especialmente para el refuerzo de empalme. El ACI 318-71, capítulo 7, provee los diferentes requerimientos para los empalmes de compresión y tensión. La armadura vertical de las columnas puede ser diseñada para llevar una compresión crítica únicamente o con frecuencia compresión o tensión bajo cargas diferentes, con tensión ocasionalmente crítica. En casos extremadamente simples, ésta puede ser la instrucción suficiente para el dibujante, si la capacidad de empalme mínimo requerida en tensión, si existiera alguna, es dada. Dicha nota no será suficiente para la columna de varios pisos usual. La longitud requerida para empalmes traslapados de las varillas grandes, en grados de gran resistencia a la tensión, con frecuencia hará no prácticos los empalmes traslapados, aun si los empalmes traslapados no son imposibles por congestión de acero en columnas de tamaño mínimo pesadamente reforzadas. En tales casos, el diseñador deberá proveer esquemas para mostrar el tipo de empalme (traslapo, soldado al tope, conexión a tensión, conexión a compresión, anclaje separado, etc.) y la ubicación de empalmes en un patrón alternado para ajustar los requerimientos de espacio libre,

(Continúa)

limitaciones sobre longitud de la armadura vertical de columnas y continuidad de tensión. Dichos esquemas son esenciales para asegurar que los espacios libres adecuados para la erección hagan al diseño factible, tanto como estructuralmente adecuado. Esta información es igualmente esencial para el dibujante y deberá mostrarse en los dibujos de diseño. Una disposición detallada típica de empalmes está mostrada en el Dib. 8-4. En un diseño particular, el grado de continuidad de tensión requerida deberá determinar el tipo de empalme permitido y deberá ser anotado de acuerdo al dibujo.

6.1.3 *Revisando técnicas*

Las representaciones gráficas son en una considerable extensión auto-revisadas. Muchas cosas son inmediatamente aparentes sobre un diagrama a escala y son muy difíciles de obtener en una columna de cifras. De tal manera que las vigas continuas y los marcos cuadrangulares, la terminación, doblado, traslapo o extensión de las varillas son más fácilmente revisadas sobre una elevación a escala que en una planilla, especialmente donde los miembros considerados no están en secuencia. Una elevación a escala de una línea completa de vigas continuas muestran inmediatamente, de una manera que es casi imposible obtener de una planilla normal, que los requerimientos del momento positivo y negativo han sido apropiadamente cumplidos en cada punto.

Donde quiera que el diseñador encuentre necesario hacer esquemas para su propio uso para determinar algunos de los datos, o cuando notas complicadas tendrán que ser elaboradas dentro de la planilla para trasladar esta información, será considerado más seguro y rápido para el diseñador, inspector y dibujante, preparar las elevaciones, a escala-real, de los recorridos de los miembros afectados e indicar precisamente lo que se necesita. Dichos esquemas deberán ser razonablemente reales. El diseñador y su inspector podrán entonces ubicar de un vistazo las inconsistencias que nuncan pueden ser detectadas de otra manera.

Cuando los dibujos sean revisados, uno deberá mantener en la mente que el dibujante que produjo los dibujos de ubicación ha seguido las instrucciones precisas del diseñador. Cuando tales instrucciones están fallando, él tiene que seguir la práctica recomendada como se indica en este manual. El inspector no deberá hacer correcciones insignificantes que no alteren el diseño. Una vez que las correcciones y revisiones consumen tiempo en todo aspecto, y el acero de refuerzo es el material de construcción con el menor tiempo para entregas, un sello de *"Aprobado como Anotado"* deberá utilizarse donde sea posible.

6.2 Importancia de planificar todas las fases del refuerzo

Una planilla es un gran ahorrador de tiempo y espacio cuando se utiliza en estructuras normalizadas con tramos razonablemente iguales, y tamaños y espaciamientos de columnas uniformes, y es particularmente efectivo sobre planos de ubicación, cuando los buenos dibujos de ingeniería han sido ya preparados. Tal planilla necesita complementarse con diagramas que establezcan el recubrimiento mínimo, la terminación y doblado de varillas e información similar.

(Continúa)

Más destreza de diseño es requerida al planificar todas las fases del refuerzo a lo largo de la longitud de los miembros, que en seleccionar las varillas superiores e inferiores para los momentos máximos. Este es el ámbito de un diseñador, ciertamente no el del dibujante. Un diseño parcialmente delineado es solo parcialmente completo. Basarse sobre códigos, manuales o prácticas normales para salvar este vacío, es descuido e ineficiencia.

Un diseñador deberá hacer sus requerimientos, clara y completamente conocidos, sobre los dibujos de diseño y estar seguro que su diseño es práctico para el uso en el campo. La falla del diseñador para establecer claramente cualquier requerimiento especial le hace estar sujeto a aceptar detalles normales o cargos extra.

El diseñador deberá evitar posibles ambigüedades. En la planilla de varillas superiores debe hacerse referencia al número de las columnas sobre las cuales van dispuestas, como en la lámina 8-14, y no en una u otra de las vigas continuas. Es casi imposible escribir una nota corta y clara que describa las varillas proyectadas de la parte superior de una viga en la parte superior de su vecina, especialmente cuando las vigas que se encuentran pueden no ser siempre del mismo par. Ya sea que se exijan varillas superiores extra sobre el plano en la posición que ocupan, o en la planilla de las columnas sobre las cuales van dispuestas.

Por cuanto los momentos negativos se reducen rápidamente y las varillas superiores son frecuentemente utilizadas sólo para refuerzo, en adición a las varillas principales, es obviamente innecesario que todo este acero se extienda en longitud completa. El diseñador deberá indicar claramente la disposición deseada de puntos de corte.

El diseñador deberá establecer si su acero está en una o múltiples capas. Si todo el acero está en una capa, no es necesario decir nada, pero si el acero es diseñado en dos o tres capas, este hecho deberá anotarse.

6.2.1 *Anclaje*

Deberá existir una resolución clara del anclaje requerido por las varillas. Las varillas inferiores, por ejemplo, podrán extenderse 150 mm dentro del apoyo, como en la figura 6-1; los extremos de las paredes de las varillas principales, la distancia especificada dentro del soporte, sean rectas si es posible o dobladas si es necesario. Si las varillas son de longitudes o dimensiones que podrían ser problemáticas para embarque, el diseñador haría bien en indicar en qué zona el empalme es permitido o en qué zonas no es deseado. Los diagramas y notas deberán claramente indicar si la referencia ha sido hecha a la línea central del soporte o a la cara del mismo, si las referencias son para la luz libre o a la luz de centro a centro.

Todos estos artículos necesitan estar establecidos sólo una vez. Ellos pueden ser mostrados sobre un diagrama típico, y luego el diseñador, el dibujante y el personal de campo, conocerán lo que es requerido.

(Continúa)

6.2.2 *Símbolos*

Las planillas deberán ser preparadas cuidadosamente y ningunas abreviaciones y símbolos deberán utilizarse sin explicación. Frecuentemente "B" es utilizado para la anchura de una alma de viga ocasionalmente para la anchura a través de la T. Algunas veces la profundidad de una viga es medida bajo la losa, con más frecuencia a través de élla. Algunas veces es la profundidad efectiva, pero más a menudo la total. Un diagrama simple hará claros los símbolos utilizados.

6.2.3 *Estribos*

Los espaciamientos de los estribos son usualmente registrados desde la cara del soporte, pero un diagrama haría esto más claro. Los estribos han sido incorrectamente espaciados en ambas formas desde el centro de la luz por un armador sin experiencia. Anotar que el ACI 318-71, sección 7.12.5, requiere enlaces cerrados especiales donde el refuerzo de compresión es utilizado en vigas y vigas maestras.

6.2.4 *Secciones de columna*

Las secciones simples de columnas, mostrando orientación y la disposición preferida de varillas, son mucho más satisfactorias que argumentar más tarde que es lo normal. Los dibujantes no deberán perfeccionar el diseño, sino únicamente llevar a cabo las intención del diseñador.

6.2.5 *Notas adecuadas*

Unas pocas notas aclararán grandemente muchos puntos. Deberá existir siempre una anotación tanto para la calidad del hormigón y el grado de las varillas de refuerzo sobre las cuales está basado el diseño, las cargas vivas que la estructura es capaz de llevar, como para la capacidad probable del suelo de fundación y notas sobre varios asuntos no fácilmente aparentes. Los documenos de contrato deberán cumplir con la sección 1.2.1 del ACI 318-71. El diseñador podrá obtener más ofertas y evitar muchos problemas estableciendo claramente quien debe proporcionar los artículos no usuales, tales como anclajes enrollados dentro de los miembros de acero estructural, o varillas de temperatura que son utilizadas en losas sobre uniones de acero con malla abierta y pertenecen al vendedor de varillas, o varillas utilizadas como puentes para viguetas de acero de malla abierta, las cuales pertenecen al vendedor de viguetas.

6.2.6 *Juntas de construcción*

El diseñador deberá indicar la ubicación y los detalles de las juntas de construcción, de tal manera que el acero de refuerzo pueda ser apropiadamente detallado.

(Continúa)

6.2.7 *Estructuras no usuales*

Las estructuras no usuales son manejadas mejor haciendo dibujos detallados en lugar de planillas. Una planilla es útil únicamente cuando todas las partes están completamente versadas en los detalles de lo que está siendo descrito y cuando todos los artículos de la planilla son razonablemente similares en carácter.

6.3 Como evitar malos entendidos

Tan lejos como sea posible, cualquier parte de una estructura deberá completarse sobre un dibujo. Es mucho más fácil para todas las partes si un plano de piso y sus secciones y planillas complementarias están en una sola hoja. El diseñador deberá hacer sus requerimientos claros, de tal manera que sea fácil para los analistas, dibujantes y constructores conseguir, sin referencia cruzada indebida, un trabajo más económico y mejor.

Una falta común es la llamada sección típica, la cual no es típica de nada. Cualquier sección deberá ser una ser una sección absolutamente real en un punto señalado, y luego otras secciones similares podrán ser relacionadas a ésta como puede ser claramente explicadas mediante anotaciones. Si las secciones relacionadas difieren considerablemente, ellas deberán ser redibujadas y no mencionadas con un número excesivo de anotaciones sobre una ***"sección típica"***. Las anotaciones específicas son mucho mejores que las generales. Existirán menos errores y un buen trabajo, si una condición es reportada como aplicada a ***"columnas 1, 2, 7, 11 y 15 únicamente"***, en lugar de una nota más bien vaga que diga ***"aplicada a todas las columnas, a menos que se anote de otra forma"***.

Se debe tener cuidado frente a posibles malas interpretaciones. Una nota ***"16 varillas 2 formas 2 caras"*** no es clara. Esto podría significar 16 varillas cada forma en cada cara, total 64, ó 4 varillas en cada forma cada cara, total 16, o casi ninguna otra combinación intermedia. Es simplemente fácil ser explícitos, dando el número de cada forma en cada cara (E.W. y E.F.).

No se debe dejar establecimientos incompletos. Deben hacerse en forma clara, completa, concisa. Las descripciones son mejor dadas en forma, de modo infinitivo: ***"hacer esto"***, ***"distribuir esto"***, ***"doblar estas varillas"***, en lugar de ***"estas varillas pueden ser dobladas"***.

Utilizar los símbolos y las abreviaciones que son normales en textos técnicos de normas y explicar donde exista duda. Las abreviaciones o símbolos impropios pueden ser frecuentemente mal interpretados, de manera que algunas veces resultan comprometidos para el diseñador.

Para fosas, agujeros, depresiones y otras estructuras raras, indicar como desea el diseñador que se trate esto. Esto puede hacerse esquemáticamente o en detalle preciso, pero no deberá dejarse a criterio del dibujante. En todo, menos en las estructuras más simples, los planos de estructuras separadas son deseables. Es prácticamente imposible sobreponer los elementos estructurales sobre los planos arquitectónicos sin confundir ambos. Se ahorrará

(Continúa)

tiempo al diseñador, resultarán mejores trabajos, los costos se reducirán y se ahorrará tiempo al revisar los dibujos de taller, si los elementos estructurales son mostrados separadamente. Los planos estructurales deberán tener dimensiones suficientes para esbozar la estructura y para la estimación y detalle. El tamaño, forma, disposición y ubicación de cada elemento estructural deberá mostrarse clara y completamente. Las secciones suficientes deberán dibujarse para establecer el espacio libre alrededor de todo el tratamiento arquitectónico: ductos, equipo mecánico, y otras interferencias.

6.4 Lo que debe y no debe hacerse

Los diseñadores experimentados desarrollarán y utilizarán una lista de ***"lo que debe y no debe hacerse"***, tal como a continuación se indica:

Generalidades:

1. Estar seguro de que la estructura puede construirse como se planificó.

2. Estar seguro de que los materiales especificados pueden ser fácilmente obtenidos en el tamaño, longitud y grado requeridos.

3. Todos los dibujos de un equipo deberán ser del mismo tamaño.

4. Dar las dimensiones en forma completa y precisa sobre los dibujos de ingeniería.

5. Indicar los detalles de esquinas e intersecciones de las paredes, uniones de construcción de bases de puentes, aberturas de puertas y ventanas y condiciones especiales similares.

6. Utilizar anotaciones que no puedan ser mal interpretadas, como ***"cada manera"*** en lugar de ***"ambas maneras"***; varillas de 16 mm a 300 mm cada cara alternados, en lugar de 16 mm a 300 mm alternados.

7. La congestión de acero se deberá evitar en puntos donde los miembros se intersectan. Se debe asegurar que todo el refuerzo indicado sea apropiadamente colocado. Por ejemplo, en la intersección de una viga y una viga maestra, las varillas de la viga deberán ser colocadas en una elevación diferente a aquellas de la viga maestra, de tal manera que se evite interferir cuando el acero es colocado. Otro punto muy difícil es la intersección de columnas con vigas y vigas maestras; un dibujo a escala grande o una plantilla pueden ser ventajosos.

8. Se debe asegurar que las varillas enganchadas y dobladas puedan ser colocadas y tengan una protección de hormigón adecuada.

9. Todas las varillas, rectas o dobladas, que requieren de ganchos deberán ser designadas por el diseñador.

(Continúa)

10. La longitud de traslapos, puntos de doblado, y extensión de varillas deberá ser especificada por el diseñador. No se deben utilizar las relaciones 0.15L, 0.25L, 0.30L mostradas sobre los dibujos típicos, a menos que esté justificado por un análisis estructural de acuerdo con las secciones 12.1, 12.2 y 12.3 de ACI 318-71.

11. Se debe asegurar que los doblados no usuales puedan hacerse con el equipo de doblado estándar.

12. Cuando las varillas de 44mm y de 58 mm son requeridas en las columnas o en vigas y éstas deben soldarse en lugar de ser puestas en empalmes, el método de soldadura deberá especificarse, tanto como la ubicación de las soldaduras alternadas en alturas o posiciones convenientes.

13. Examinar el diseño para condiciones especiales que requieran un detalle especial para trasmitir indicaciones al dibujante.

14. Cuando un miembro tiene una ruptura en su dirección, de tal manera que el refuerzo en tensión tienda a separar el cuerpo del hormigón, un anclaje especial deberá ser provisto e indicado en detalle. Ejemplos son: el empalme de las gradas y plataformas, ángulos en el plafón de las vigas, dentro de las esquinas de paredes y de las esquinas internas de las estructuras rígidas.

15. Se debe asegurar que las varillas dobladas no sean tan grandes y abultadas que no puedan ser transportadas.

16. Indicar todas las uniones de control y construcción sobre los planos estructurales y proveer los detalles para dichas uniones.

17. Donde una sección no está en la misma hoja del plano del que es tomada, utilizar un sistema definido claramente de referencia cruzada, para las ubicaciones de las secciones y detalles.

18. Donde la profundidad de cimentación y pedestal es insuficiente para proveer la longitud de desarrollo requerida de los anclajes, indicar la necesaria disposición modificada de varillas.

19. Para losas sobre la tierra de más de 1,20 m de espesor que requieran soportes de varillas, indicar los requerimientos especiales para el soporte de las mismas.

20. Especificar (protección contra el moho) del soporte de alambre de las varillas requerido. Por economía, no se debe especificar una clase más alta de protección contra el moho, que la recomendada por la condición de la exposición.

21. No se debe usar paquetes de más de dos varillas de profundidad. Los paquetes pueden ser cuadrados, triangulares, en forma de L, o para paquetes de solamente dos varillas, en línea.

(Continúa)

22. No especificar varillas dobladas en paquetes, excepto para ganchos alternados de extremo en miembros de flexión.

23. Indicar si el diseño es dado por ACI 318-71 o por códigos anteriores.

24. No especificar ni permitir ensambles de soldadura por puntos de las varillas de refuerzo.

Para sistemas de piso:

25. No considerar el uso de disposiciones de estribos cerrados en dos piezas en vigas enjutas o de borde que requieren de estribos cerrados, a menos que el empalme apropiado de las varillas de estribo sea provisto de acuerdo con la Sección 12.13.4 de la ACI 318.71.

26. Donde se nivela la estructura de losas con la parte inferior de las vigas dispuestas hacia arriba, proveer un refuerzo de estribo suspendido.

27. Cuando se usa más de una capa de varillas, hacer una concesión apropiada en la altura de doblado de las varillas de armazón.

28. Usar varillas superiores separadas en lugar de las varillas de armazón con ganchos de extremo donde la profundidad es limitada.

29. Diseñar losas casi cuadradas con armadura en dos sentidos con el mismo refuerzo en cada sentido.

30. En losas rectangulares con armadura en dos sentidos especificar la secuencia de ubicación (en cual dirección colocar la capa inferior).

31. En las aplicaciones de pisos múltiples, para una máxima economía mantener nervios del mismo tamaño en losas nervadas en cada nivel, incluyendo el techo de tal manera que los moldes obtengan el máximo uso. El espesor de la losa superior o la cantidad de refuerzo puede ser ajustado para resistir cargas de diseño variables.

32. En pisos de viguetas, usar hormigón de alta resistencia o uniones de extremo ahusado para corte en lugar de estribos.

33. Hacer espacio para formas de losas entre columnas, cabezas de columnas, losa de refuerzo, o vigas de un múltiplo de 600 mm si es posible, aumentando la anchura requerida mínima de losa de refuerzo, viga, etc. como sea necesario.

34. Para el acero superior que deberá soportar el tráfico peatonal durante la construcción. no usar varillas livianas de menos de 12 mm ni espaciamientos mayores que 300 mm.

35. Tomar en cuenta el radio en las esquinas de los estribos. Utilizar ganchos de estribo de 90° en general y especialmente donde el gancho debe rodear una varilla grande.

(Continúa)

Para las columnas:

36. Mantener las dimensiones externas de las columnas constantes para nuevo uso de los moldes.

37. Reducir el tamaño y el número de varillas verticales en las columnas y la resistencia del hormigón en los pisos superiores.

38. Utilizar varillas verticales de grado 60 completas si es posible.

39. No usar dos grados de varillas verticales en el mismo elemento.

40. No requerir paquetes de doblado con retiros.

41. Donde el diseño requiere empalmes alternados a tope, proveer detalles de elevaciones y de la sección transversal para ubicar los mismos, incluyendo un plano de anclajes. Identificar la dirección para secciones transversales (flecha hacia el norte).

42. Permitir el uso de amarres de dos piezas donde los empalmes a tope son utilizados.

43. No solicitar ni permitir soldaduras en puntos de amarre para la armadura vertical.

44. Indicar la extensión mínima requerida de las varillas verticales si existe una diferencia de 75 mm bajo el piso terminado.

45. No especificar los espirales cuadrados o rectangulares, a menos que se conozca que están disponibles.

46. Dejar un espacio para diámetro real de acoplamientos o dispositivos de apoyo de empalme extremo y para el acceso a la suelda en empalmes en paquetes soldados. De preferencia, alternar dichos empalmes.

47. Dejar espacio para el radio de ganchos de amarre. Utilizar ganchos de amarre en 90° en general, y especialmente donde el gancho debe rodear a una varilla grande. Requerir la ubicación de trabajo, de tal manera que las posiciones de cerradura de gancho sobretraslapado sean alternadas.

(Continúa)

CAPITULO 7

SOPORTES DE VARILLAS

7.1 Tipos de soportes disponibles

7.1.1 *Soportes de varilla de alambre normal*

La nomenclatura, estilos, abreviaciones y tamaños normalizados de soportes de varilla en alambre están dadas en la figura 7-1. Los tipos SB, BB, BC, JC, HC y CHC son dados con patas de apoyo de radio en forma de ganchos o pies esféricos, en el extremo inferior de la pata para apoyo contra el molde. Las patas de apoyo con extremos rectos pueden ser dadas para aplicaciones especiales. Para la clase A de soportes únicamente, tipos CHC, SB, BB y HC, pueden ser especificados con las bases de apoyo a tierra (placas de arena) de lámina de acero, designada con el sufijo "P". por decir, CHCP, SBP, BBP ó HCP. Cuando está así especificado, alambres horizontales de zapata pueden sustituirse por placas de arena.

Los soportes de varillas de alambre generalmente disponibles pueden ser especificados por varios grados de protección contra la herrumbre en cinco clases:

A - BASICO BRILLANTE - El cual no tiene protección contra la herrumbre y está considerado para el uso en situaciones donde las manchas superficiales pueden ser toleradas.

B - PREGALVANIZADO - El cual tiene una protección mínima contra la herrumbre y está considerado para el uso en situaciones que requieren protección nominal para un período relativamente corto de tiempo;

C - PROTEGIDO EN PLASTICO - El cual esté considerado para el uso en situaciones de exposición moderada y/o en situaciones que requieren esmerilado liviano ó soplo de arena sobre la superficie del hormigón;

D - PROTEGIDO POR ACERO INOXIDABLE - El cual está considerado para el uso en situaciones de exposición moderada y/o situaciones que requieren esmerilado liviano ó soplo de arena sobre la superficie del hormigón; y

E - PROTEGIDO POR ACERO INOXIDABLE ESPECIAL - El cual está considerado para el uso en situaciones para exposición moderadamente severa y/o en situaciones que requieren de esmerilado pesado ó soplo severo de arena sobre la superficie del hormigón.

(A menos que se especifique otra cosa mediante documentos de contrato, la clase A es siempre provista). La clase de protección de herrumbre está designada por la letra apropiada como un sufijo final.

Los apoyos de varilla de alambre son identificados en las especificaciones, notas sobre dibujos y pedidos de compras por la altura nominal, símbolo para tipo, y letra para la clase de

(Continúa)

protección contra la herrumbre. (Ejemplo: 90-CH-C identifica a 90 mm de altura, silla alta continua, clase C - protegido por plástico).

7.1.2 *Soportes de varilla de alambre especiales*

La silla de vigueta superior (UJC) utilizada en la construcción de viguetas, en una dirección, está disponible sobre pedido especial únicamente (figura 7-2). Para cimentaciones, zapatas y losas de fundación sobre tierra, se utilizan los siguientes soportes (figura 7-2):

HCP - Una silla alta individual con placa de arena para soporte del suelo. Alturas hasta 450 mm.

FHC - Una silla alta individual con alambres de base para descansar sobre el suelo (o llenar). Las alturas hasta 450 mm.

SHC - una silla alta individual con alambres base especialmente ubicados para descansar sobre la cara inferior de las varillas. Alturas hasta 375 mm.

SOPORTE DE PIE - una varilla de refuerzo de 12 mm preparada a pedido. Patas dobladas sobre una malla de varillas más baja. Aplicable para alturas de 450 mm. Utilizar varillas de 16 mm para alturas de 450 mm a 1 050 mm.

BLOQUE DE ANCLAJE - Un bloque prefabricado con un agujero para una varilla de anclaje de 12 mm. Apropiado para el soporte de las capas superiores e inferiores de varillas. Alturas hasta de 1 050 mm.

7.1.3 *Soportes de varillas de hormigón prefabricado*

Los bloques de hormigón prefabricado se proporcionan en tres formas: (1) simple, (2) con alambres y (3) anclado. Ver figura 7-3. (Estos soportes de varilla son comúnmente disponibles y utilizados únicamente en ciertos estados del oeste).

7.1.4 *Soportes de varillas fabricados enteramente de plástico*

Algunos tipos y formas apropiados de soportes de varillas hechos enteramente de plástico, en numerosos estilos, y una escala limitada de tamaños están disponibles comercialmente.

La información actualmente disponible en el Comité 315 sobre el rendimiento y disponibilidad de estos productos es inadecuada para formular recomendaciones para su uso. El coeficiente de expansión termal para algunos materiales plásticos utilizados para hacer soportes de varillas totalmente de plástico, es reportado a ser diez veces más grande que el del hormigón. Para el hormigón que ha de ser expuesto a muy altas o muy bajas temperaturas, o para una escala muy grande de temperaturas, esta característica del material deberá ser investigada por los técnicos en especificaciones.

(Continúa)

7.2 Especificaciones normales para apoyos de varillas

7.2.1 *Soportes de varilla de alambre*

Las especificciones normales para apoyos de varilla de alambre y su uso están disponibles en la Norma de Producto PS 7-66 "***Soportes de varilla de alambre para construcción en hormigón armado***", como está desarrollado por la Oficina Nacional de Normas, Departamento de Comercio. Las recomendaciones de la industria, revisadas anualmente para reflejar la última práctica están disponibles en el Código de Práctica Normal del Instituto del Acero de Refuerzo para Hormigón.

7.2.2 *Soportes de varilla de hormigón prefabricado*

Las especificaciones normales están disponibles en el Código de Práctica del Instituto de Acero de Refuerzo para Hormigón. Los requerimientos de la textura y color para cumplir las condiciones de trabajo deberán añadirse si son necesarios.

7.3 Espaciadores de forma lateral

La provisión de espaciadores contra formas verticales para mantener la cubierta lateral prescrita y la posición cruzada de varillas complementarias han sido tradicionalmente una opción de construcción. En situaciones donde los espaciadores de forma lateral son necesarrios, varios dispositivos han sido empleados, incluyendo clavos con doble cabeza, amarres, travesaños de losa o viga, bloques prefabricados, formas plásticas apropiadas, etc. La necesidad de cualquier espaciador lateral es determinada por las proporciones de la forma, la disposición y la ubicación del refuerzo, y el material de forma y sistema de formación empleado. Al considerar o detallar dichos espaciadores con el refuerzo no es una práctica industrial normal. Si cualesquiera equipos especiales son requeridos como espaciadores laterales, ellos son considerados usualmente como accesorios de encofrado, provistos (y detallados si es necesario) por el constructor o contratista que provee el encofrado.

7.4 Colocación de soportes de varillas

El acero de refuerzo deberá ser exactamente ubicado en los moldes, y firmemente sostenido en el lugar, antes y durante la colocación del hormigón, con soportes adecuados para impedir el desplazamiento durante la construcción y mantener el acero a una distancia apropiada de los moldes. Los apoyos de varillas deben ser suficientes en número y resistencia para llevar apropiadamente el acero de refuerzo que ellos sostienen. Cuando las piezas de soporte de varilla son ubicadas en líneas continuas, éstos deberán estar ubicados de tal manera que los extremos de los alambres de soporte sean traslapados, para cerrar las últimas patas sobre piezas contiguas, pero ninguna varilla deberá ser colocada más de 50 mm más allá de la última pata, en el extremo de la corrida de cualquier soporte continuo. Los soportes de varilla no son considerados y no deben utilizarse para soporte de pistas para carritos de hormigón o cargas similares.

(Continúa)

7.4.1 *Soportes para varillas en losas a desnivel, vigas a desnivel, cimentaciones y losas de cimentación*

Los soportes de las varillas son normalmente distribuidos para las varillas superiores únicamente en losas sobre el terreno, 1,20 mm ó menos en espesor, en cantidades que no exceden el espaciamiento promedio 1,20 m en cada dirección. Para tipos disponibles ver la figura 7-2. No se dan varillas de soporte, si el refuerzo principal es utilizado para apoyo.

Los soportes de varillas no son normalmente distribuidos por el proveedor de acero de refuerzo para varillas inferiores en vigas a desnivel o losas sobre el terreno, ni para las varillas en losas sobre terreno, reforzadas individualmente. Existen varias maneras de soportar las varillas superiores en cimentaciones y losa de cimentación de más de 1,20 m de espesor, que los distribuidores proporcionan soportes para tales propósitos únicamente por disposiciones especiales. Los apoyos de varilla no son dados para refuerzo en temperatura en losas superiores de construcción de viguetas de hormigón, a menos que sea especificado en los dibujos o especificaciones estructurales.

7.4.2 *Secuencia de tablas y ubicación*

Las tablas que muestran el número total de líneas o piezas de varillas de soportes para varios tramos y para losas, vigas y viguetas típicas, basadas sobre las prácticas de industria corriente, están disponibles en el Instituto de Acero de Refuerzo de Hormigón. Las cantidades mostradas son las cantidades máximas, normalmente consideradas y entregadas por el distribuidor para proveer espaciamientos, tan cerca como sea posible, a los espaciamientos máximos mostrados en las tablas para cada tipo de soporte. Para la estructura que no ha sido determinada en estas tablas, los propios tipos de soportes serán dados al máximo, o tan cerca como sea posible, para el espaciamiento máximo, a menos que se especifique otra cosa.

7.4.2.1 *Símbolos.* Los símbolos utilizados sobre dibujos y tablas en este manual están indicados abajo:

Sección transversal

▲ travesaño de losa (SB) o espaciador de losa (SS) para losas.

▲ travesaño de viga (BB) para vigas y vigas maestras.

▲ silla de vigueta (JC)

Λ silla alta continua (CHC) o sillas altas individuales (HC) espaciadas 1 m entre centros con varillas de soporte de no menos de 12 mm.

Planta

〰 travesaños de losa (SB) o espaciador de losa (SS).

✕——✕ silla alta continua (CHC) o varilla de soporte de 12 mm sobre las sillas altas individuales, espaciado en no más de 1 m sobre centros

✕ sillas altas individuales (HC)

(Continúa)

CAPITULO 8

DIBUJOS TIPICOS DE CONSTRUCCION

Los dibujos de ingeniería utilizados en este manual fueron seleccionados de los planos de estructuras reales, pero han sido modificados donde ha sido necesario, para cumplir más precisamente con los requerimientos del Código de Construcción ACI de 1971, y para ilustrar los métodos recomendados de presentar la información del diseño necesitada para hacer los dibujos de colocación. (Los títulos sobre los dibujos son ficticios).

En todo caso, quien haya preparado los dibujos de ingeniería es responsable del análisis y del diseño.

El código requiere que todos los dibujos de ingeniería muestren *"el tamaño y posición de todos los elementos estructurales y acero de refuerzo; provisión para cambios dimensionales resultantes de escurrimiento, contracción y temperatura; la resistencia especificada del hormigón a edades o pasos de construcción establecidos; la resistencia especificada o grado del acero de refuerzo; la magnitud y ubicación de las fuerzas de preesforzado, y la carga viva u otras cargas utilizadas en el diseño"*.

Las relaciones utilizadas para indicar los puntos de doblado y extensiones de varillas para el refuerzo longitudinal, como se muestra en algunos dibujos de ingeniería, son meramente ejemplos para indicar un diseño. Estas relaciones no son consideradas como normales, ya que varían con condiciones de diseño, y combinaciones diferentes de carga y luz. Bajo ciertas condiciones, las relaciones mostradas son de aproximaciones muy cercanas y fueron utilizadas para facilitar la preparación de dibujos de colocación.

El anclaje indicado es para propósitos de ilustración. El diseñador deberá ajustar la longitud de anclaje de acuerdo con los últimos requerimientos del código, para la combinación de resistencia del hormigón y resistencia de fluencia del acero de refuerzo especificado.

Para mayor consistencia, las ubicaciones de doblados y extensiones de silla han sido basadas sobre luces libres. Frecuentemente es deseable el usar relaciones de la luz con referencia a las líneas centrales de soportes pero, en cualquier caso, el diseñador deberá especificar claramente todas las ubicaciones de doblado y extensiones de varillas.

(Continúa)

LAMINA 8-1. FUNDACIONES -DIBUJO DE INGENIERIA
(VER PAGINA 150)

Este dibujo es para una estructura pequeña con paredes de hormigón armado hasta el primer piso. Existe un retiro del ladrillo a lo largo de la línea 5 de las columnas y, para mayor simplicidad, todos los pilares de la pared han sido retirados hacia atrás 112 mm, de tal manera que el refuerzo de la cara externa vertical, cuando ésto se da, corre directamente en forma recta. La estructura anterior es de acero estructural y todos los pilares terminan como se muestra en el detalle típico. Anotar que los anclajes de la columna y de la cimentación de pared son rectos y no requieren un gancho. Las cimentaciones de columna y el refuerzo de los pilares están considerados mediante planillas y todo refuerzo de pared está indicado en sección o elevación. Las elevaciones de cimentación son mostradas en el plano y la nota 1 indica que estos son para la parte superior de la cimentación. La nota 2 indica que todas las cimentaciones no específicamente anotadas están en la elevación 91.33.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINAS 8-2 y 8-3. FUNDACIONES -DIBUJOS DE UBICACION

(VER PAGINAS 151 y 152)

El dibujante ha determinado que la complejidad de la construcción lo hace necesario para dibujar elevaciones de pared completas tanto de las paredes del Oeste (Elevación 2) como del Sur (elevación 7). El es capaz de dibujar las paredes en sección transversal, Este (sección 5) y Norte (sección 3). El ha abarcado la cimentación de la columna y el refuerzo del pilar en planillas.

Al trazar las elevaciones de pared donde los pasos de cimentación se dan, el dibujante se refiere al detalle de *"Cimentación Escalonada Típica"* en el Dibujo de Ingeniería y la elevación sobre el plano. Sin embargo, la ubicación horizontal exacta de estos pasos no está dada; el dibujante hace una suposición, muestra las dimensiones sobre sus elevaciones (ver elevación 2), con los mínimos círculos y añade una nota pidiendo al arquitecto la verificación.

Los recorridos horizontales de las varillas en exceso de 10 m han sido dibujados en combinación de uno ó más de longitudes de 10 m, más una longitud extra para arreglar el recorrido para la conveniencia del preparador de varillas, quien almacena las varillas en longitudes de 20 m. Las varillas verticales sobre la cara interna son detalladas entre pilares, conforme el refuerzo de los pilares hace innecesario el tener varillas adicionales de pared. Los anclajes de pared son provistos para todas las varillas verticales y así algunas de los anclajes deben proyectarse desde las cimentaciones de la columna (ver página 152).

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 8-4. COLUMNAS -DIBUJO DE INGENIERIA

(VER PAGINA 153)

Este dibujo ilustra una variedad de problemas en el detalle de columna, los cuales ordinariamente no se darían sobre la misma estructura como se muestra aquí. El formato de planilla ha sido utilizado, ya que este es el más común para columnas. Las columnas del edificio A ilustran columnas rectangulares y redondas, columnas que cambian de tamaño de piso a piso, y empalmes traslapados. Anotar que las varillas de la columna que no son requeridas anteriormente son extendidas 20 diámetros de varillas dentro de la columna de arriba para anclaje.

Las columnas del edificio B ilustran el uso de empalmes al tope alternados y los diversos métodos del mismo empalme. El ingeniero ha provisto para un empalme a compresión para las columnas K9 y K10, utilizando extremos de corte de una sierra cuadrada y una manga para mantenerla en posición. El ha provisto para dos detalles de empalme a tope en tensión alternativa para el resto de las columnas del edificio B por ejemplo, (1) soldadura al arco ó (2) un acoplamiento mecánico que se desarrolle 125 por ciento de mínima resistencia a la fluencia de la varilla de refuerzo en tensión. Anotar que el uso de una alternativa particular es una opción del contratista.

Anotar la clave que el ingeniero ha usado para ubicar los empalmes de tope alternado en el edificio B en su posición exacta en la columna. Anotar también que la nota general 6 requiere que las varillas empalmadas a tope de tamaños diferentes sean *"unidas concéntricamente"*.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 8-5. COLUMNAS -DIBUJO DE UBICACION

(VER PAGINA 154)

El dibujante ha utilizado un formato de planilla similar a aquel del dibujo de ingeniería. Sin embargo, debido a la complejidad de la disposición de ubicación de las varillas en el edificio A, él ha incluido un esquema de la columna en cada nivel de piso. El ha incluido también un plano clave, de tal manera que el colocador de las varillas no tenga que referirse a otros dibujos para ubicar las columnas. El ha mostrado también varias secciones y elevaciones típicas donde éstas sean útiles para el colocador de varillas. En este ejemplo, ellas han sido copiadas del dibujo de ingeniería. Revisando el detalle de la columna 12 dará un *"sentido"* total para el problema del detalle. El primer nivel o piso (de la cimentación al primer piso) es1de 700 mm x 650 mm y contiene 12 varillas de 28 mm. El dibujante deberá revisar el piso siguiente, en cuanto a tamaño y refuerzo, los cuales en este ejemplo son de 500 mm x 650 mm 10 varillas de 26 mm. En el esquema para el nivel de piso más bajo, se ha visto que la columna de arriba sería concéntricamente ubicada dando un retiro de 100 mm. sobre cada lado. Cualquier retiro en exceso de 75 mm requiere anclajes separados. En este ejemplo, todas las cuatro varillas en cada cara N-S han sido terminadas, pero únicamente tres anclajes son requeridos para cada cara, para coincidir con las varillas de arriba. Sin embargo, dos anclajes adicionales son provistos para desarrollar las varillas terminadas.

Note que de acuerdo con el detalle de *"Columna Exterior Típica"* del ingeniero que todas las varillas verticales deberán extenderse dentro de la columna de arriba, ya sea para empalme con las varillas de arriba o para anclaje. Cuando se requieren anclajes separados; ellos deben ser del tamaño de las varillas de la columna de arriba. Dos varillas en cada cara E-W son extendidas y traslapadas con varillas de 26 mm de arriba. Los amarres de columna son, como se muestra en la columna típica, de 12 varillas con un amarre circunferencial (T19); un equipo de amarres de acoplamiento interior, traslapados al medio en cada dirección (T21 & T22).

Al ir al siguiente piso (del primero al segundo piso), y el piso de arriba, anotar 500 mm x 500 mm y 8 varillas de 22 mm. En esta vez, el retiro está en una sola dirección (ver esquema), y ahora todas las varillas en la cara oeste deberán ser terminadas, pero únicamente tres anclajes son requeridos para coincidir con las varillas de arriba. Sin embargo, un anclaje adicional es dado para sujetar las varillas terminadas. Las dos varillas en la cara este son doblados en el retiro y extendidas hacia arriba, y dos varillas son extendidas directamente hacia arriba. Tres de las varillas son necesarias para coincidir con las varillas de arriba y una extendida hacia arriba para anclaje. Esta varilla ha sido detallada, por conveniencia, con la misma longitud de otras, aunque sea únicamente requerida para extender 20 de sus propios diámetros para anclaje y los otros deberán traslapar 30 diámetros de varilla de la varilla de arriba. Las otras dos varillas rectas se extienden sobre las caras N-S, no es necesario para el doblado de retiro de ellas, ya que la línea central de la varilla de arriba está retirada 50 mm. Los amarres de las columnas son como se muestra para la columna típica de 10 varillas y constan de un amarre circunferencial (T12); un equipo de amarres de ganchos (T27) y un amarre simple de pata (T13).

Al proceder al siguiente piso (del segundo al tercer piso) revisar el piso de arriba y ver que el tamaño de la columna sea el mismo (500 mm x 500 mm) con 6 varillas de 20 mm. Las dos varillas en las caras N-S no son necesarias en la columna de arriba y se extienden hacia arriba para anclaje. Las seis varillas restantes en las caras E-W están en la misma posición que las varillas de arriba y todas deberán ser dobladas en retiro para amplitud. Los amarres de columna son, como se muestra, para una columna de 8 varillas e incluyen un amarre de cierre (T14) más un par de amarres de una sola pata (T13).

(Continúa)

Finalmente el piso superior necesita únicamente las longitudes rectas de varilla. Los amarres de columna son como se muestra para una columna de 6 varillas e incluyen un amarre de cierre (T14) más un amarre de una pata (T13).

Las columnas de empalme a tope usualmente no cambian de tamaño significativamente, ya que es necesario mantener las varillas alineadas. Con empalmes alternados, el tipo de planilla utilizado en este ejemplo para el edificio B es casi obligatorio, esto es, una presentación gráfica de cada columna de la cimentación al techo. Un estudio de un equipo de columnas, siguiendo cuidadosamente la ubicación clave para colocar cada varilla en aquella columna hace el esquema auto-explicativo. Anotar que el dibujante ha mostrado extremos de corte-aserrado sobre las varillas empalmadas a tope para columnas K9 y K10, a lo largo con una manga de posición. El ha indicado el acoplamiento mecánico para todos los otros empalmes a tope, como es requerido por el contratista en nuestro ejemplo. Todas las varillas empalmadas a tope son ubicadas concéntricamente y se ha dado una tolerancia para las dimensiones reducidas al detallar los amarres de arriba.

** *Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.*

(Continúa)

LAMINA 8-6. PISO DE VIGUETAS DE HORMIGON EN UNA DIRECCION - DIBUJO DE INGENIERIA

(VER PAGINA 155)

Las vigas están indicadas individualmente sobre el plano por la marca "1B1" etc., con todas las vigas que son esencialmente idénticas dadas la misma marca. Las vigas nervadas son indicadas esquemáticamente como "1J1", etc. con todas las nervaduras esencialmente idénticas dadas la misma marca.

La información detallada de diseño sobre vigas está dada en la planilla de vigas donde el tamaño y refuerzo de las vigas está indicado. Anotar que la ubicación del refuerzo de la viga está indicada esquemáticamente y relacionada con la línea central de apoyo.

La información detallada del diseño de la viga está expresada mediante las elevaciones de sección transversal de cada una de las cinco diferentes marcas de vigas, más un detalle adicional en la esquina derecha superior, mostrando que las formas de la bandeja removible serán de 200 mm de profundidad x 500 mm de ancho, y la vista del plano indica que estas bandejas se colocan en una distancia de 1m en cada extremo. Estas dimensiones son aquellas de una de las formas de tamaño estándar, para viguetas de hormigón. (U.S. Departamento de Comercio, Oficina de Normas PS 16-69).

Anotar que las vigas interiores son de la misma profundidad de la vigueta (260 mm), de tal manera que se mantiene un techo liso. Este sistema de disposición en el cual se eliminan los moldes separados de viga es frecuentemente llamado el sistema *"bandas de viguetas"*.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 8-7. PISO DE VIGUETAS EN UNA DIRECCION -DIBUJO DE UBICACION

(VER PAGINA 156)

El esquema del edificio podría haber sido calcado del dibujo de ingeniería. Anotar que no existen dimensiones del edificio sobre este plano, ya que este dibujo es para ubicar el refuerzo únicamente. Este ejemplo está basado sobre bandejas que son provistas por otro proveedor que no es el distribuidor de varillas de refuerzo, por tanto, habría un diseño separado de bandeja separada por el proveedor de bandejas. Es necesario para el dibujante de varillas de refuerzo mostrar únicamente las cantidades de cada vigueta marcada y la extensión del área en la cual ellas son requeridas. Anotar que el esquema del nervio se muestra continuo en lugar de punteado como en el dibujo de Ingeniería. La razón es que las vigas y nervios y el refuerzo, en este respecto, son los elementos primarios, y la vista del plano es mostrada como si se cortara bajo la losa superior de 75 mm.

El dibujante ha utilizado una planilla tanto para vigas como para viguetas. La planilla indica la cantidad de cada viga o nervio de vigueta y todos los detalles de refuerzo. Anotar que el dibujante ha utilizado la misma marca que en el dibujo de ingeniería, para hacer la revisión más fácil. Donde la misma viga o vigueta marcada no es idéntica, es necesario añadir un sufijo a una de las marcas como viga IB2A. Comparando 1B2 y 1B2A, anotar que la varilla superior en el soporte derecho es más grande para 1B2A. La razón es que la luz adyacente es 5,16 m comparado a 4,20 m para 1B2. Ver el diagrama de viga típica en el dibujo de ingeniería. Anotar que esta varilla se extiende a 0,3L de la luz más grande.

Notar que las diversas marcas de viguetas tienen sufijos. Comparar 1J2, 1J2A y 1J2B:

1J2 es una vigueta simple de 125 mm de ancho con dos varillas inferiores de 20 mm y una varilla superior de 20 mm en el extremo discontinuo; 1J2A en cada lado de abertura ha sido especificada para ser una vigueta doble (250 mm anchura mínima) sobre el dibujo de ingeniería, y el esquema de bandeja ha determinado que la vigueta de la izquierda debe tener 400 mm de ancho y la que está a la derecha 250 mm. Sin embargo, el refuerzo no es afectado y así es añadido dos veces el refuerzo de vigueta simple para cada vigueta doble. 1J2B es detenida en breve por una abertura y por tanto no es continua. El dibujante tiene que hacer una suposición aquí y añadir una varilla superior de 20 mm en cada extremo de la vigueta.

Las varillas de temperatura que corren longitudinalmente han sido detalladas como un múltiplo de 10 m ó 6 m de longitud comercial, más una longitud especial que complete el recorrido. Esto también se aplica a varillas en los nervios de distribución (puentes). Las varillas que recorren transversalmente sobre los nervios alternos han sido detalladas extendiéndose 300 mm dentro de los apoyos, como se muestra sobre el dibujo de Ingeniería. Las varillas para todos los espacios exteriores son dibujadas idénticas en longitud y han sido destinadas a una sola ubicación (adyacente a la columna 8).

Todos los accesorios de alambre para el soporte de varillas de refuerzo han sido indicados en las planillas, secciones y, finalmente, cantidades totales alistadas. Anotar que los accesorios a las varillas de refuerzo están detallados en la planilla de vigas (varillas de apoyo de 10 mm donde no existen varillas superiores) y varillas de apoyo de 12 mm en la sección A-A (anotar que ellas han reemplazado las varillas de temperatura de 10 mm mostradas en la sección A-A, dibujo de ingeniería).

(Continúa)

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

1991—027

LAMINA 8-8. PISO DE LOSA PLANA -DIBUJO DE INGENIERIA

(VER PAGINA 157)

Un piso de losa plana consta de un área engrosada alrededor de cada columna y puede también incluir un capitel de columna que es de una sección acampanada en la parte superior de la columna. Esta ilustración tiene una columna de sección constante. La losa, por si misma, está separada dentro de franjas y medias franjas de columna, cada una aproximadamente de media luz. Estas franjas son dimensionadas sobre el plano- mantener en cuenta que las líneas indicadas son imaginarias. El refuerzo de losa está indicado directamente sobre el plano e indicado como inferior (B) o superior (T) con la cantidad y tamaño indicados. La columna típica y las secciones de franja media en la esquina superior derecha define la extensión del refuerzo.

El detalle de la sección transversal titulado *"losa Maciza Típica"* es para las losas macizas de dos direcciones en el área central. El refuerzo para estas losas está indicado en la *"Planilla de losas"* justamente bajo la sección.

El refuerzo de viga está indicado en el formato de planilla, incluyendo un croquis mostrando la ubicación del refuerzo. Anotar que los estribos del perímetro de viga son mostrados como dos piezas para facilitar la colocación.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 8-9. PISO DE LOSA PLANA -DIBUJO DE UBICACION

(VER PAGINA 158)

El dibujante ha mostrado únicamente la mitad del plano, ya que el edificio es simétrico. Tanto la losa plana como el refuerzo en dos direcciones son mostradas en formado de planillas. Anotar que el dibujante ha separado la franja de columnas y el refuerzo de la franja media en planillas separadas. Anotar también que las varillas inferiores de la franja de columnas han sido identificadas adicionalmente con "C" y las varillas superiores con "T". Igualmente, las varillas inferiores de la franja media con "M" y las varillas superiores con "MT".

El refuerzo de losa en dos direcciones en la parte central ha sido también fijado en una planilla separada e identificado con "S" para varillas superiores e inferiores.

Un diseño de soporte de varillas es mostrado para un tablero típico en la esquina derecha inferior con una secuencia de ubicación indicada justamente bajo éste.

El refuerzo de viga está indicado en una planilla muy similar a la planilla de diseño del dibujo de ingeniería. Un esquema ha sido incluido para cada viga, como ayuda para colocar las varillas. Anotar que se han incluido las dimensiones (como en la viga 5TB1) donde el refuerzo no es simétrico.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 8-10. PISO DE LOSA DE PLACA PLANA -DIBUJO DE INGENIERIA

(VER PAGINA 159)

En este diseño no sísmico, el sistema de piso es un tipo especial de losa plana sin capiteles ni tableros de columna - la losa es de un espesor constante por completo. La losa por sí sola está separada en franjas de columna y franjas intermedias, cada una aproximadamente de media luz similar a una losa plana ordinaria. Ver las dimensiones sobre el plano. Estas líneas son imaginarias. El ingeniero no ha usado una planilla para la losa pero más bien ha indicado los requerimientos de varillas de refuerzo a la derecha del plano. El ha mostrado también las secciones de columna típica y franja media que definen la extensión de las varillas. Siguiendo a través de la línea E de columnas anotar que en la franja de columnas él requiere 14 varillas de 20 mm superiores en la columna 1; 14 varillas de 20 mm inferiores entre las columnas 1 y 2; 24 varillas de 20 mm superiores en la columna 2; 11 varillas de 20 inferiores entre las columnas 2 y 3; 23 varillas de 20 mm superiores en la columna 3. El ingeniero ha mostrado únicamente lo suficiente de los tableros para desarrollar la secuencia del diseño.

Las vigas enjutas o del perímetro están consideradas en el formato de planilla, más una elevación seccional típica mostrando la extensión del refuerzo. Las tres vigas en la abertura de la escalera han sido incluidas en la planilla de vigas aun cuando la elevación no sea realmente aplicada a ellas.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 8-11. PISO DE LOSA DE PLACA PLANA -DIBUJO DE UBICACION

(VER PAGINA 160)

El dibujante ha elegido utilizar un formato de planilla que asigna un sistema de marcado como a continuación se indica: C-para las varillas inferiores de franja de columnas, T-para las varillas superiores de franja de columnas, M-para las varillas inferiores de franja media, y MT-para las varillas superiores de franja media. La planilla alista cada una de estas por separado. Esta disposición es útil para el colocador de varillas en el campo. La cantidad de varillas está determina a base del plano de dibujo de ingeniería y la longitud a base de las secciones de dibujo de ingeniería. Las varillas inferiores, tanto en la franja de columna como en la franja media, son cada una de dos longitudes diferentes. También las varillas superiores en las franjas de columna son cada una de dos longitudes diferentes.

El dibujante ha mostrado un esquema típico de soporte de varillas y, a su derecha, una secuencia de la ubicación de las varillas principales y soportes de varillas. Esta práctica sigue las instrucciones de dibujo de ingeniería.

El refuerzo de viga está indicado en una planilla. Esta planilla incluye un diseño, de tal manera que el colocador de varillas puede ver exactamente donde colocar cada varilla.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 8-12. PISO DE LOSA PLANA DE ALIVIANADO HUECO -DIBUJO DE INGENIERIA

(VER PAGINA 161)

En este diseño no sísmico, el sistema de armadura es una serie de nervios o viguetas en dos direcciones creadas por formas de domos individuales, resultantes en una apariencia de *"alivianado hueco"* desde la parte de abajo. Alrededor de cada columna, las formas de los domos han sido omitidas para dar un área de losa maciza llamada una *"cabeza de columna"*, estructuralmente similar al panel de refuerzo de una losa plana maciza. Las viguetas son diseñadas y anotadas en la planilla en bandas o franjas similares a losas planas macizas. Los límites de una franja de columna y franja media típicas son mostrados sobre el plano de la columna E4-E5. Las viguetas o nervios de franja de columna son considerados como solo aquellos armados dentro de la cabeza de la columna maciza.

Las dimensiones y refuerzo del nervio de vigueta son mostrados en una planilla. El uso de planillas es manejado en forma similar en las vigas, esto es, el refuerzo inferior, interior superior y exterior superior (extremos) son incluidos en cada marca de vigueta. Las secciones de franja media típica y de franja de columna muestran la extensión del refuerzo. Como un ejemplo, ver las viguetas de franja de la columna C1 y C2. La C1 exige 2 varillas de 22 mm (por nervio) en la parte inferior. Las 17 varillas de 16 mm interiores superiores son espaciadas uniformemente a través de la primera cabeza de la columna interior (tal como B2). Las 16 varillas de 16 mm exteriores superiores son espaciadas uniformemente a través de la cabeza de la columna exterior (tal como B1). C2 exige 2 varillas de 22 mm (por nervio) en la parte inferior y 15 varillas de 16 mm interiores superiores. Es entendido que esto se aplica a todas las cabezas de columna interior, excepto la primera interior (tal como B2, C2, C5). Las franjas medias son manejadas similarmente, excepto que la cantidad total de varillas superiores es distribuida en dos varillas en cada nervio, ya que no existe losa maciza.

Hay vigas de borde alrededor del perímetro del edificio y éstas son mostradas como vigas enjutas. El refuerzo está indicado en formato de planilla. Anotar que el diseño exige únicamente a la parte de la cantidad total de las varillas inferiores para extender la longitud completa.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 8-13. PISO DE LOSA PLANA DE ALIVIANADO HUECO -DIBUJO DE UBICACION

(VER PAGINA 162)

El dibujante no ha seguido el método del diseñador de incluir en planillas los nervios de viguetas, pero ha separado el acero inferior y superior y les ha dado marcas individuales, primeramente para ayudar al colocador de las varillas en el campo. Al revisar la franja de columna sobre la línea C de columnas y ver cómo éste se compara con el dibujo de ingeniería, primero, entre las columnas 1 y 2 anotar "4 x J1". La planilla de vigas exige para J1 tener 2 varillas de 22 mm x 21-1. El detalle típico de la franja de columna del dibujo de ingeniería muestra que las varillas inferiores se extienden 300 mm ó 24 diámetros de varillas dentro de la cabeza maciza. En la cabeza de columna en la dirección considerada, ver marca T5. La planilla de ***"varillas superiores"*** exige 17 varillas de 16 mm x 16-6 (estos son espaciados uniformemente a través de la cabeza de la columna). Al revisar el dibujo de ingeniería, ver que la varilla superior deberá extenderse 2,50 m sobre cada lado de la línea central de la columna.

Al regresar al dibujo de ubicación y a través de la línea 2 de columnas, encontrar "4 x J5" entre las columnas 2 y 3. En la cabeza de la columna C3, encontrar la Marca T7. La planilla exige 15 varillas de 16 mm x 16-6. Entre las columnas 3 y 4 en la parte inferior encontrar "4 x J5". El resto de la franja es simétrico. Anotar que el edificio en general es simétrico y mediante rotación a través de 180 grados (mano contraria). Las franjas medias son similares, excepto que dos longitudes de varillas en la parte inferior de las viguetas superiores y las varillas superiores se dan en pares sobre cada nervio. Anotar que el dibujante ha añadido una típica franja media típica y franja de columnas, colocando el diagrama de ubicación a la derecha del plano ayuda al colocador de las varillas.

En la esquina derecha baja del plano, el dibujante ha mostrado un típico detalle de apoyo de varillas de panel. A la derecha aparece una secuencia de ubicación, tanto para las varillas reforzadas principales como los apoyos de varilla. Es importante que el colocador de varillas siga esto, cuidadosamente.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 8-14. ESTRUCTURA DE VIGA Y VIGA MAESTRA -DIBUJO DE INGENIERIA

(VER PAGINA 163)

Este ejemplo es un sistema de armadura, utilizando vigas maestras (G) entre columnas para sostener las vigas (B), la cual, a su vez, sostienen losas de una dirección (S). En este ejemplo, las vigas maestras sostienen únicamente 2/3 de las vigas y la armadura restante directamente dentro de las columnas. Cada viga maestra y viga está marcada individualmente, todas aquellas que son esencialmente las mismas son dadas la misma marca. Las losas son marcadas como paneles, cada panel extendido generalmente entre pares de vigas maestras, pero los paneles podrán ser de diferentes longitudes y todavía llevar la misma marca de diseño.

El tamaño del miembro y el refuerzo para vigas maestra, vigas y losas es indicado en planillas. Estas planillas son utilizadas con los detalles típicos mostrados en la parte inferior de la lámina. Anotar que las varillas inferiores en vigas y vigas maestras (anotado como en A y B) son de dos longitudes, y que la varilla B está en la segunda capa del refuerzo inferior, donde se ha anotado en la planilla con un asterisco.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 8-15. ESTRUCTURA DE VIGA Y VIGA MAESTRA -DIBUJO DE UBICACION

(VER PAGINA 164)

Las vigas y vigas maestras han mantenido el sistema de marcado mostrado sobre el dibujo de ingeniería, con la excepción de que los sufijos han sido añadidos como sea necesario por el dibujante, donde los mismos miembros marcados no son idénticos, como G1A. El sistema de marcado de losa en el dibujo de ingeniería ha sido eleminado, ya que las varillas son detalladas directamente sobre el plano. El refuerzo para las vigas y vigas maestras es mostrado en el formato de la planilla, siguiendo muy de cerca el dibujo de ingeniería. Anotar que el dibujante ha identificado aquellas varillas B que deberán estar colocadas en la capa superior de las varillas de la parte inferior. El ha indicado también que las varillas superiores de la viga maestra sean colocadas primero, esto es, antes de las varillas superiores de viga, tal como son requeridas por el diseñador y mostradas sobre los dibujos de ingeniería. Las varillas de soporte de estribos son provistas para estribos que se dan a lo largo de las varillas superiores.

El refuerzo de losa es mostrado directamente sobre el plano, de tal manera que no existe necesidad de planillas. Anotar incluso que el refuerzo principal y de temperatura ha sido detallado sin relación con las aberturas pequeñas. Las varillas principales han sido ubicadas comenzando un espacio completo desde la cara de la pared o viga. Una fila típica de acero superior principal ha sido mostrada sobre una viga; por ejemplo, sobre la viga B3 justamente sobre la columna 7-8. Esto se lee 14 x 17 piezas y será interpretado como 17 piezas sobre cada viga y existen 14 condiciones típicas en esa fila vertical. El dibujante ha sustituido una varilla soporte de 14 mm (aproximadamente traslapada) en las losas por una varilla de temperatura de 10 mm para sostener el acero superior sobre las vigas, con la misma varilla utilizada como un dispositivo de soporte y actuando también como varilla de temperatura.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 8-16. TANQUE CIRCULAR -DIBUJO DE INGENIERIA

(VER PAGINA 165)

Este dibujo ilustra un tipo de estructura de tanque circular; se trata de un tanque clarificador para una planta de aguas residuales. Sin embargo, tanques de agua, tanques de petróleo y tanques de digestión para plantas de aguas residuales podrían ser un tanto similares.

El acero de refuerzo para la losa inferior es indicado en el cuadrante de la izquierda superior únicamente, por cuanto es el mismo a través de la losa. Anotar que el espaciamiento de varilla radial es medido en la línea central de la pared. Todo el acero de refuerzo es mostrado en sección transversal.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 8-17. TANQUE CIRCULAR -DIBUJO DE UBICACION

(VER PAGINA 166)

El dibujante ha seguido generalmente el diseño, utilizando el plano y las secciones para mostrar el acero de refuerzo. A causa del sumidero, el refuerzo de la losa inferior no es típico en todo el recorrido alrededor y el dibujante necesita detalles para más de un cuadrante. El espaciamiento de las varillas radiales ha sido mostrado únicamente en la nota a la izquierda (radiales - varillas de 12 mm en 12 sobre círculo 61'0").

Las varillas de doblado radial son dobladas en el taller o en la obra, de acuerdo con la sección 2.9.5, lo cual depende del tamaño de la varilla y radio de doblado. Para las varillas de 12 mm utilizadas en este ejemplo, el doblado es requerido para las varillas curvadas a 5 m o radios menores. Todos los anillos circunferenciales de varillas sobre un radio mayor que 5 m son detallados como varillas rectas de doblado en su sitio (una serie de varillas de 10 m más una longitud especial). Los anillos cercanos al centro del tanque (radio menor que 5 m) son detallados como doblados en taller, en segmentos iguales. Se deja una tolerancia para traslapos, según las notas de los dibujos de ingeniería; esto es, 575 mm para varillas de pared horizontal y 400 mm para varillas zunchadas en la loza inferior.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 8-18. CANAL DE CONTROL DE LAS CRECIDAS -DIBUJO DE INGENIERIA

(VER PAGINA 167)

Este ejemplo es un canal utilizado en proyectos de control de las crecidas en los estados del Oeste. El dibujo de ingeniería cubre una longitud de 50 m como se indica sobre el plano clave. Las dimensiones del hormigón y el diseño de varillas de refuerzo están indicados en la planilla.

Anotar que existen tres secciones de pared, cada una de 15 m de longitud y anotadas como A, B y C. La pared cambia de altura entre las secciones, pero es constante en la altura dentro de cada sección. El espesor de losa máximo TS varía en una manera similar. La varilla "A" varía en altura entre las secciones, mientras que las extensiones de la varilla "B" son constantes. Aun cuando algunas de las dimensiones (tal como B1) no cambian por completo esta longitud de 50 m, el canal puede recorrer varios kilómetros y la nomenclatura ha sido escogida por el ingeniero para manejar todas las situaciones. Anotar el patrón alternado de refuerzo vertical en la cara externa.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 8-19. CANAL DE CONTROL DE CRECIDAS -DIBUJO DE UBICACION

(VER PAGINA 168)

El ejemplo dado aquí comprende únicamente una sección de 15 mm (A) de los 50 m mostrados en el dibujo de ingeniería. La marca de varilla K1 es la varilla "A" del dibujo de ingeniería y K2 es la varilla "B". El dibujante tiene que ser muy cuidadoso al calcular la dimensión K de retiro ya que la inclinación de la cara de la pared externa y la pendiente del lado inferior de la losa son acumulativas. Esto, combinado con la determinación de la longitud exacta de recubrimiento en cada losa, hace un diseño a una escala más grande necesario para que las dimensiones B, D y K puedan determinar. Anotar que ninguna lista de materiales ha sido mostrada sobre este dibujo.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

CAPITULO 9

DIBUJOS TIPICOS PARA ESTRUCTURAS DE CARRETERAS

Los diseños mostrados en los dibujos siguientes no fueron seleccionados para representar los mejores y más económicos puentes para las condiciones indicadas. Muchos factores están involucrados en la selección del tipo de puente más económico para una ubicación dada. Estos son utilizados meramente para ilustrar el uso de métodos aceptados para el dibujo de estructuras de carretera de hormigón armado.

Los ejemplos mostrados son los últimos diseños normales desarrollados por la Administración Federal de Carreteras para algunas aplicaciones comunes de hormigón armado en estructuras de carreteras. Cada ejemplo ilustra algunos detalles simplificados de diseño para facilitar estimación, dibujo, preparación y colocación del refuerzo, para minimizar el costo total mientras se satisfacen los requerimientos de diseño. Los detalles de doblado, empalmes, recubrimientos, etc., cumplen las normas del Departamento de transportación y, por lo tanto, no son necesariamente los mismos indicados en el capítulo 8, para edificios, los que están basados en el Código ACI.

Las estructuras mostradas son:

Puente de losa vaciado - láminas 9-1, 9-2, 9-3.
Puente de viga T - láminas 9-4, 9-5, 9-6, 9-7.
Puente de v. comp. en caja - láminas 9-8, 9-9, 9-10, 9-11, 9-12.
Puente de viga compuesta soldada continua 4-tramos - láminas 9-13, 9-14, 9-15, 9-16.

Al estudiar estos ejemplos de dibujo, será anotado que las *"Notas Generales"* son normas sugeridas por la Administración Federal de Carreteras; los apéndices relacionados con *"Notas Generales"* o donde quiera sean publicados, por el Departamento de Transportación USA. El dibujante es informado que los diseñadores individuales en práctica, usualmente ampliarán éstos para que cumplan las condiciones en el sitio y las modifican para cumplir con la práctica local.

(Continúa)

LAMINA 9-1. PUENTE DE LOSA VACIADA -GENERALIDADES

(VER PAGINA 169)

Esta estructura es para una losa de cuatro-tramos con vacíos formados mediante formas de composición circular. Está sostenido en columnas circulares y empotramiento con las paredes de ala en los extremos. Este dibujo abarca esencialmente el esquema general del puente, notas generales, ubicación y extensión de los vacíos, y una sección transversal mostrando detalles que incluyen las varillas de refuerzo.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 9-2. PUENTE DE LOSA VACIADA -ESQUEMA DE REFUERZO DE LOSA

(VER PAGINA 170)

Este dibujo básicamente muestra las varillas de refuerzo para la losa. Anotar que el refuerzo longitudinal y transversal está indicado en la vista del plano - Las varillas superiores de la losa son mostradas a la izquierda del doblado No. 3 y las varillas inferiores hacia la derecha. El espaciamiento de las varillas longitudinales ha sido mostrado sobre el dibujo 9-1 en la sección transversal. El espacio de las varillas transversales (marca 5S1) está indicado en la sección longitudinal, justamente bajo la vista del plano.

El refuerzo de viga superior es mostrado en la vista del plano. La viga inferior es realmente parte de la losa fundida monolíticamente con élla. De nuevo es utilizado el formato del acero superior a la izquierda del centro y el acero inferior a la derecha.

Anotar que hay una planilla de acero de refuerzo que alista todas las varillas de refuerzo sobre este dibujo, rectas y dobladas. Este procedimiento es práctica común sobre dibujos de carreteras. Es también práctica común el dar a las varillas rectas una marca.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 9-3. PUENTE DE LOSA VACIADA -DETALLES DE DOBLADO Y ESTRIBO

(VER PAGINA 171)

Este dibujo da detalles dimensionales del hormigón y de las varillas de refuerzo para los doblados y empotramientos de la columna. Los tres doblados de columna son idénticos y, por lo tanto, unicamente un doblado típico es mostrado. La profundidad del pilote pedestal será establecida a base de la perforación de prueba, pero el refuerzo ha sido detallado a base de una dimensión de 3,60 m. Estas varillas podrían ser vueltas a dibujar después de la perforación de prueba o varillas de empalme adicional podrían ser ordenadas. Anotar que la armadura vertical de la columna está sujeta dentro de la viga superior.

Los detalles de la pared de ala y estribo son también idénticos para cada extremo del puente y únicamente un detalle típico es mostrado. Los detalles de refuerzo estan indicados en las elevaciones y secciones.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 9-4. PUENTE CON VIGA T DE HORMIGON -GENERALIDADES

(VER PAGINA 172)

Esta estructura consta de seis filas de vigas-T longitudinales, que varían en la profundidad desde el pilar al centro de la luz de la viga, más diafragmas en el pilar y a media luz. La losa de la plataforma es un diseño de una dirección que pasa de viga en viga. Es también diseñado como parte de la viga, de aquí el nombre de *"viga-T"*.

Este dibujo abarca el esquema general, notas generales, instrucciones diagramáticas sobre secuencia de ubicación del hormigón, y una sección transversal típica mostrando las varillas de refuerzo en su corte para mostrar detalles tanto del pilar como de la media luz.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 9-5. PUENTE DE VIGAS T DE HORMIGON -ESQUEMA DE REFUERZO DE PLATAFORMA Y VIGA

(VER PAGINA 173)

Este dibujo abarca los detalles de refuerzo para las vigas y losas. La lista de material para la estructura completa está indicada en la lámina 9-6 e incluye las varillas de este dibujo. Un cuarto de la planta del puente completo está indicado para cubrir los detalles de refuerzo. La vista del plano muestra la fila superior del refuerzo longitudinal en la losa, la cual también incluye el refuerzo de la viga-T en los pilares. El refuerzo de viga está colocado simétricamente alrededor de la línea central de cada pilar y su extensión está indicada por las dimensiones justamente bajo la vista del plano. El acero de distribución longitudinal en la parte inferior de la losa está indicado en la lámina 9-4.

El refuerzo inferior de las vigas es mostrado en la elevación de la media viga (medio puente). Cada viga es idéntica y,por lo tanto, se indica un detalle de la viga típica. Anotar que los puntos de terminación de la varilla en cada esquema -indicando claramente al colocador de las varillas la forma exacta de cómo ubicar las varillas. Los estribos están también incluidos en esta elevación- ellos han sido prácticamente diseñados y detallados en dos piezas en forma de U que son empalmados juntos, para dar flexibilidad a su colocación. Este diseño permite que grupos de estribos (tal como 4G2) sean provistos para una sección particular de viga en lugar de 12 detalles diferentes.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 96. PUENTE DE HORMIGON EN VIGA T -DETALLES DE PILARES - PLANILLA DE REFUERZO

(VER PAGINA 174)

Este dibujo muestra los detalles de dimensiones y del hormigón y del refuerzo para un pilar. Sin embargo, existen tres pilares y éstos no tienen refuerzo idéntico. Los pilares 2 y 4 tienen verticales de 36 mm y el pilar tres tiene verticales de 30 mm. Estos requerimientos diferentes son manejados mediante la manera en la cual están indicados los pedidos. Como un ejemplo, los anclajes son anotados en la elevación del pilar como F2 de 30 mm pilar 3; F2 de 36 mm pilares 2 y 4.

El diseño y detalle de los estribos de dos-piezas en el voladizo superior (PC6, 7 y 8) es excelente, ya que ayuda al ajuste de campo por el colocador de las varillas.

El diseño básico de cimentación es para una cimentación extendida, para sostenerse sobre el terreno y las varillas de refuerzo alistadas en la planilla reflejan este diseño. En la parte inferior de la lámina existen dos alternativas de diseño de cimentación sobre los pilares de capacidades diferentes y el refuerzo está indicado en la planta y la sección, y marcado pero no alistado en la planilla de la derecha.

La planilla de refuerzo incluye todo el refuerzo para la estructura completa y está segregada por elemento.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 9-7. PUENTE DE VIGAS T DE HORMIGON -DETALLES DEL ESTRIBO

(VER PAGINA 175)

Este dibujo abarca los detalles de dimensión y refuerzo del hormigón para estribos y paredes de ala, a más de los detalles de carga de expansión para las vigas. Los estribos en cada extremo son idénticos y únicamente un detalle típico es mostrado. Existe un esquema de pilar alternativo en la esquina inferior izquierda, pero éste no afecta al acero de refuerzo. Las varillas de refuerzo son mostradas tanto en las elevaciones como en las secciones transversales. La planilla de refuerzo para estas varillas está indicada en la lámina 9-6.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 9-8. PUENTE DE VIGAS MAESTRAS DE CAJA DE HORMIGON - PLANO GENERAL Y SECCION TRANSVERSAL.

(VER PAGINA 176)

Esta estructura es una viga maestra continua de caja de cuatro-tramos, sostenida en forma intermedia sobre columnas circulares y en los extremos sobre estribos y paredes de ala. Este dibujo abarca el plano general y la elevación, una sección longitudinal que muestra principalmente la secuencia de colocación, más una sección transversal mostrando los detalles del hormigón y el refuerzo.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 9-9. PUENTE DE VIGAS MAESTRAS DE CAJA DE HORMIGON - REFUERZO SUPERIOR E INFERIOR DE LA LOSA

(VER PAGINA 177)

Este dibujo abarca principalmente el refuerzo longitudinal en las losas superior e inferior. Está segregado en refuerzo de "viga maestra" y refuerzo de "losa". La viga maestra podría ser considerada como una sección-I con sus alas como losas. Su refuerzo principal podría estar en la parte superior (losa) en los soportes y en la parte inferior (losa) a media luz. El refuerzo de losa longitudinal es acero de distribución o acero temperatura para aquellas áreas donde el refuerzo de la viga maestra no se da en las losas.

El refuerzo de la viga maestra está localizado y espaciado en la sección transversal superior y el refuerzo de losa longitudinal en la sección transversal más baja.

Anotar que la provisión es hecha en los detalles de refuerzo para la puerta de acceso de dos pies en cuadro mostrada en el esquema de la planta en la lámina 9-8.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 9-10. PUENTE DE VIGAS MAESTRAS DE CAJA DE HORMIGON - REFUERZO DE VIGA SUPERIOR Y ALMA

(VER PAGINA 178)

Este dibujo continúa con los detalles de refuerzo para las losas inferior y superior, mostrando el refuerzo de losa transversal en dos vistas de plantas separadas. Cada vista de planta comprende la capa de refuerzo inferior y superior en esa losa. Adicionalmente, el refuerzo de la viga superior que es una parte integral de la viga maestra de caja y lleva una carga a las columnas se, indica segregado en varillas superiores en la losa superior y varillas inferiores en la vista de la losa inferior. El refuerzo adicional en la viga superior está indicado en la sección transversal longitudinal.

El refuerzo para las almas de las vigas maestras o paredes de la viga maestra de caja es manejado por una elevación longitudinal esquemática.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 9-11. PUENTE DE VIGAS MAESTRAS DE CAJA DE HORMIGON - DETALLES DE DOBLADO Y REFUERZO

(VER PAGINA 179)

Este dibujo abarca los detalles de refuerzo para las columnas y cimentaciones de doblado. Un plano típico y elevación es mostrado y las diferencias en los detalles son manejadas mediante disposiciones (8-11C1 para doblado 3 versus 20-11C1 para doblados 2 y 4).

Hay también en este dibujo una planilla completa de acero de refuerzo para todo el refuerzo en las vigas maestras de caja y los doblados de columna. Anotar que la lista está segregada en los diversos elementos tales como vigas maestras, losas, etc.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 9-12. PUENTE DE VIGAS MAESTRAS DE CAJA DE HORMIGON - DETALLES DE ESTRIBO

(VER PAGINA 180)

Este dibujo completa el juego y muestra los detalles de dimensiones y refuerzo de hormigón para los estribos y paredes de ala. También incluye una planilla de acero de refuerzo para todo el refuerzo mostrado sobre este dibujo y está segregado en estribos y paredes de ala.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 9-13. PUENTE DE VIGAS MAESTRAS SOLDADAS -GENERALIDADES

(VER PAGINA 181)

Este es un puente de viga maestra soldado de cuatro-tramos, consistente en cinco filas de vigas maestras de acero soldado longitudinal sostenido por doblados y estribos de hormigón armado. Existe una losa plataforma de hormigón armado sostenida por las vigas maestras y volado más alla de las vigas maestras externas, con un parapeto de hormigón armado en el borde.

Este dibujo abarca el esquema general del puente, a más de las notas generales. Existe también una sección transversal típica, cortada al lado izquierdo, cerca de la media luz y al lado derecho cerca del estribo. Anotar los detalles de refuerzo sobre el lado izquierdo únicamente.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 9-14. PUENTE DE VIGAS MAESTRAS SOLDADAS -LOSA DE PLATAFORMA

(VER PAGINA 1182)

Este dibujo muestra los detalles de refuerzo para la losa de plataforma. El refuerzo transversal es continuo a través de la losa y consta de varillas de 16 mm con ganchos (5S2) en la parte superior y varillas rectas de 16 mm (5S2) en la parte inferior, ambos a 125 mm en el centro. El refuerzo longitudinal consta de filas de varillas de 12 mm cada fila, hecha de 12 varillas por cada 13 m y una varilla por cada 6 mm (longitud de empalme traslapado es 300 mm). La varilla corta es alternada en cada extremo, cada otra fila, de tal manera que los empalmes son alternados. Anotar las varillas extras (4S3) en la parte superior de la losa sobre el doblado No. 2. Estas varillas son requeridas en todos los doblados.

Este dibujo también indica la secuencia de ubicación del hormigón en el esquema diagramático pequeño. El diagrama de deflexión de carga muerta para las vigas maestras es indicado en la esquina derecha superior.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 9-15. PUENTE DE VIGA MAESTRA SOLDADA -DOBLADO

(VER PAGINA 183)

Este dibujo indica los detalles de doblado y cimentación - tanto como las dimensiones y refuerzo del hormigón. Existen tres doblados, No. 2, No. 3 y No. 4 y el refuerzo no es idéntico. Sin embargo, únicamente una elevación es indicada y la diferencia en refuerzo es manejada mediante llamadas. En este caso, esto involucra el refuerzo de la columna; los doblados No. 2 y No. 4 requieren 12 varillas de 34 mm y el doblado No. 3 requiere 20 varillas de 34 mm para armadura vertical y anclajes.

Las cimentaciones de diseño básico son individuales bajo cada columna, y el refuerzo para ellas está indicado en la planilla bajo la denominación *"Cimentaciones de Columna Individual"*. Existe un diseño de cimentación común alternativa indicado. Esto proporciona, ya sea para la cimentación ensanchada común o una en pilotes, pero las dimensiones y el refuerzo del hormigón son las mismas en cada caso. El refuerzo está indicado en la planilla bajo la denominación *"Cimentaciones Comunes Alternadas"*.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 9-16. PUENTE DE VIGA MAESTRA SOLDADA -ESTRIBOS

(VER PAGINA 184)

Este dibujo abarca los estribos (apoyos) únicamente y da detalles completos de dimensiones de hormigón, además del acero de refuerzo. El refuerzo es mostrado en plano, elevación y secciones. El diseño básico indica un tipo de pilote y existe una provisión para el diseño alterno de pilote en la esquina izquierda superior, pero esto no afecta los detalles de acero de refuerzo.

Anotar la varilla de enlace y el manguito de tubería de 26 mm de diámetro en la sección B-B. Esto no podrá ser considerado como parte de los requisitos de la varilla de refuerzo.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

CAPITULO 10

HORMIGON PREFABRICADO Y PREESFORZADO

10.1 Principios generales

El diseño y el dibujo del hormigón prefabricado y preesforzado difiere de la práctica para el trabajo del hormigón puesto en obra, hormigón, principalmente debido a que la fabricación no trata únicamente con la ubicación del acero de refuerzo, sino también incluye la fabricación de elementos de puentes y edificios de hormigón prefabricado, los cuales son colocados dentro de la estructura. Estos elementos usualmente contienen acero de refuerzo, acero de preesfuerzo, y otros artículos embebidos en el hormigón.

Para ilustrar la práctica de diseño y dibujo para hormigón prefabricado preesforzado, dos tipos de edificios y dos tipos de puentes están incluidos en este capítulo. El formato de dibujo es similar a aquel utilizado en los capítulos previos sobre dibujo para hormigón puesto en obra.

Las técnicas de prefabricado hacen que el hormigón de alta resistencia y precisan el control dimensional posible. Los métodos de producción en la fábrica, de ensamblajes del refuerzo sobre plantillas y formas de acero rígido, han conducido a tolerancias más estrictas sobre doblado y ubicación de varillas y han disminuido el recubrimiento sobre el acero de refuerzo. Debido a que la prefabricación es una operación de fabricación, detalles del producto de hormigón, incluidas las dimensiones del hormigón y todos los artículos embebidos en el hormigón, deberán ser mostrados en los dibujos de taller.

A menos que los dibujos de diseño para hormigón tensado, moldeado en obra, den toda la información, el contratista debe presentar los dibujos en detalle para tendones, anclajes y ferretería, que indiquen toda la información pertinente.

10.2 Procedimientos de preesforzado

Los materiales particulares utilizados en hormigón preesforzado y no utilizados normalmente en la construcción regular de hormigón armado, son de alambre de acero de alta resistencia, torones, varillas, anclajes y ferretería de post-tensado. En el uso normal, el alambre y el torón son usados tanto en métodos de pretensado como de post-tensado, considerando que las varillas son principalmente usadas en post-tensado. Los alambres y torones son esforzados inicialmente sobre 70°/o de su resistencia final. Los torones normalmente tienen resistencias finales de 1 723 MPa ó 1 861 MPa, alambres entre 1 620 MPa y 1 723 MPa, dependiendo del diámetro. Las varillas tienen una resistencia final en exceso de 999 MPa. En post-tensado, ya que el acero está anclado mediante dispositivos extremos, varios sistemas de sujeción por extremos han sido desarrollados y son de uso común. Dos ideas fundamentales son seguidas en estos anclajes, sostenimiento mecánico - tal como unidades costadas o de cabeza de botón y dispositivos de fricción o cuña. El anclaje permanente de algu-

(Continúa)

nos tendones post-tensados puede conseguirse mediante unión con lechada de cemento inyectada. Aunque todos los tipos anteriores de acero son utilizados, predomina el torón de 7 alambres no recubierto y relevado de esfuerzo. Los tamaños más populares son 10 mm, 12 mm y 14 mm para diámetro de torón. Normalmente existe una economía definida al usar el tamaño más grande de torón individual, debido a que cuesta menos por unidad de tensión, permite mayor tamaño de los áridos y proporciona una concentración mayor de fuerza de preesforzado, la cual puede utilizarse para aumentar la eficiencia del diseño. Los paquetes de torones que usan grupos de torones individuales de 7 alambres para post-tensado, han sido utilizados en alguna extensión en Europa y en los Estados Unidos. Las varillas, durante la fabricación, son alargadas en frío (prueba de esfuerzo) para la mínima resistencia a la fluencia a 0,2°/o de retiro y, luego, relevamiento del esfuerzo por un tratamiento de temperatura-tiempo.

Las especificaciones que determinan el material anterior son las siguientes:

ALAMBRE: La designación ASTM A421, (revisión última). Las especificaciones para alambre relevado de resistencia sin recubrimiento para hormigón preesforzado.

TORON: La designación ASTM A416, torón de 7 alambres, no recubierto, relevado de esfuerzo, para hormigón preesforzado.

VARILLAS: (a) Fabricación y Procesamiento, ASTM Designación A322 y A29-(revisiones últimas) (b) Sección transversal mínima de varillas después de Procesamiento, ASTM Designación A29-(revisión última).

Existen varios sistemas de post-tensado y anclajes con la ferretería pertinente de uso común hoy en día. Estos sistemas de post-tensado básicamente siguen los pasos operacionales siguientes:

1. Para el sistema conectado, el tendón es ensamblado en un tubo o ducto de metal flexible para el cual se colocan dispositivos de anclaje en cada extremo.

   Para el sistema no conectado, el tendón es algunas veces ensamblado en un ducto o recubierto y/o envuelto con un lubricante para prevenir la fricción y se añaden dispositivos de anclaje a los extremos del tendón.

2. El ensamblado del tendón o el ducto para recibirlo es colocado en el molde y firmemente apoyado en su ubicación designada.

3. El hormigón es ubicado y se permite el curado hasta la resistencia especificada para tensión.

4. Los tendones son alargados por gatas hidráulicas y los dispositivos de anclaje son ajustados para sostener la carga en los tendones.

(Continúa)

5. El espacio alrededor de los tendones unidos es llenado completamente de lechada de cemento bajo presión. Los tendones no conectados no son inyectados.

6. Los dispositivos de anclaje son cubiertos con hormigón o recubiertos con material resistente a la corrosión.

10.3 Edificios

10.3.1 *Consideraciones generales*

Las condiciones de práctica en el diseño de edificios de hormigón prefabricado y preesforzado requieren un esfuerzo de equipo de varios grupos de especialistas. Se presume que el arquitecto está totalmente a cargo del diseño. El es por lo tanto responsable para la coordinación del esfuerzo de diseño con su equipo de consultores.

El diseño de edificios de hormigón prefabricado y preesforzado comprende todos los requerimientos de arquitectura e ingeniería para definir la adecuación estética y estructural del proyecto. El diseño deberá claramente establecer los resultados considerados, tales como compatibilidad dimensional del hormigón con otros componentes arquitectónicos fabricados, acabados de arquitectura y detalles de conexión.

Los diseños arquitectónicos, estructurales, mecánicos y eléctricos, deberán estar coordinados con anticipación a la prefabricación, para tener cuidado de tales elementos como ductos, tuberías, rejas, aberturas, fundaciones de equipo o monturas, colgaderos, etc., incluyendo provisiones para cargas y reacciones, concentradas.

Los diseños deberán anticipar las tolerancias necesarias para obtener una estructura completa satisfactoria. Los planos de ingeniería son un enlace de comunicación entre el diseñador y el constructor, y ellos deberán estar completos en detalle y notas explicativas. En muchos casos, el diseñador no conoce quien será el constructor. El deberá, por lo tanto, tener un claro concepto de cómo la estructura puede ser construida.

El diseñador estructural deberá establecer los tipos de material utilizados, especificar la calidad y otros requerimientos especiales necesarios para producir el producto final considerado.

El diseñador deberá establecer la responsabilidad del constructor (usualmente el contratista general) en coordinar el trabajo de construcción. El constructor deberá:

1) Ser responsable para coordinar toda la información necesaria para producir los dibujos de taller;

2) Presentar para la aprobación todos los dibujos de taller y el esquema de manejo, transporte y levantamiento del hormigón prefabricado, tanto como el plan de arriostramiento temporal de la estructura:

(Continúa)

3) Ser responsable para la precisión dimensional de todos los elementos fabricados, aberturas, elementos embebidos requeridos por los varios negocios que se mencionan en los dibujos y especificaciones del contrato.

4) Ver que las tolerancias apropiadas sean seguidas para garantizar un ajuste preciso y de conformidad total con los dibujos de diseño.

Si el constructor detalla, fabrica y levanta la estructura completa o subcontrata el trabajo de otros, él deberá ser responsable para coordinar y presentar los dibujos de taller completos, de tal manera que los elementos considerados sean transmitidos al diseñador en un paquete. Cuando los dibujos del taller son revisados, los detalles del miembro de hormigón prefabricado deben estar completos en todo respecto.

10.3.2 *Procedimientos de dibujo para elementos prefabricados*

El dibujo del hormigón prefabricado involucra dos fases de trabajo: (1) delineación de miembros separados de hormigón y provisiones para ajuste; y (2) dibujo de todos los elementos embebidos. Las tolerancias sobre los elementos embebidos dependen de las tolerancias permitidas para los diseños del hormigón, las cuales son establecidas a su vez por los requerimientos de erección y arquitectura.

En este capítulo, las prácticas de dibujo para el acero de refuerzo, tendones, inserciones de metal y ensambles, son ilustrados mediante los ejemplos de proyectos reales.

Los dibujos de taller deberán incluir artículos aplicables de la lista siguiente:

1) Proporciones de mezcla de hormigón.
2) Resistencia de hormigón en el tiempo de transferencia de preesforzado.
3) Resistencia del cilindro de hormigón a los 28 días.
4) Especificaciones de lechada de cemento.
9) Fuerzas de la gata en tendones.
6) Tamaño, grado, ubicación y detalles de varillas de refuerzo y alambre soldado.
7) Detalles de ferretería preesforzada.
8) Tamaño, disposición y especificaciones para tendones.
9) Resistencia inicial, pérdidas y resistencia final en acero preesforzado.
10) Ubicación y detalles de los dispositivos de elevación.
11) Notas de normas sobre soldadura (símbolos AWS) y especificaciones de electrodos.
12) Plano de ubicación con marcas individuales identificables.
13) Longitud de fundido como se distingue de la longitud final.
14) Otra información que se requiera.

10.3.3 *Tolerancias*

Numerosas referencias han sido hechas en esta manual para "*tolerancias especificadas*". El inspector deberá recordar que los límites de tolerancia no necesariamente representan la

(Continúa)

construcción aceptable completa, pero son los límites a los cuales la construcción puede llegar a ser inaceptabe. En general, el productor y el inspector deberán esta· trabajando a un nivel de calidad que estará bien dentro de los límites de tolerancia.

En la aplicación de tolerancias específicas deberá considerarse, la función del miembro. Los casos podrán encontrarse donde la función y uso de un miembro particular no será perjudicada por algún exceso dimensional sobre las tolerancias específicas. En otros casos, una combinación de desviaciones dentro de las tolerancias específicas podrán hacer a un miembro no práctico para el uso. La razón y el juicio son necesarios en la aplicación de tolerancias.

A menos que los requerimientos de diseño se establezcan de otra manera, las tolerancias normales recomendadas por la industria y preesforzado son típicas para una variedad amplia de secciones de construcción de hormigón preesforzado. Estos son considerados para uso como una guía para indicar una norma razonable de rendimiento. Si las condiciones específicas de trabajo requieren tolerancias más estrechas, se recomienda que los productores de prefabricados sean consultados. Unicamente en esta forma puede uno asegurar que las tolerancias son económicamente factibles. Los valores alistados son únicamente aplicables para secciones horizontales en núcleo o tronco prefabricadas y preesforzadas en forma simétrica, como dobles T, T simples, losas de canal, y losas de núcleo hueco. Las formas preesforzadas especiales requieren de un tratamiento individual.. Unidades de pared vertical exterior, particularmente secciones delgadas y vigas de puentes, son específicamente excluidas de esta sección.

Las tolerancias propuestas alistadas a continuación no se excederán; sin embargo, cuando las condiciones de resistencia requieren tolerancias más estrictas para los tendones preesforzados, estas tolerancias estarán establecidas sobre los dibujos, de taller.

10.3.3.1 *Tolerancias dimensionales*

1. Dimensiones de sección transversal	
Secciones menores que 150 mm	± 3 mm
150 mm a 450 mm	± 5 mm
450 mm a 1 m	± 6 mm
sobre 1 m	± 10 mm
2. Longitud total	± 3 mm por 3 m
Limitaciones máximas	± 20 mm
3. Desviación de la línea recta (comba)	± 3 mm por 3 m
4. Desviación de comba del diseño especificado después de la instalación, suponiendo un diseño que produzca una comba mínima	± 3 mm por 3 m de longitud

(Continúa)

5. Comba diferencial entre las unidades adyacentes después de la instalación, suponiendo secciones de longitud y sección transversal similares, a ser limitadas a un máximo de la mitad de lo permitido para la desviación de la comba de diseño en el punto 4 anterior.

Anotar que los puntos 4 y 5 sobre la comba especifican que las mediciones serán tomadas después de la instalación.

10.3.3.2 *Control de comba.* La comba en miembros de hormigón preesforzado depende de varios factores incluyendo los siguientes:

1) Resistencia del hormigón al tiempo de tensado.
2) Magnitud y ubicación de la fuerza de pretensado en la sección.
3) Peso del miembro de hormigón.
4) Ubicación de puntos de soporte durante el tiempo de almacenamiento y después de la erección.
5) Condiciones de curado y el tiempo que el hormigón ha permanecido almacenado antes de la erección.

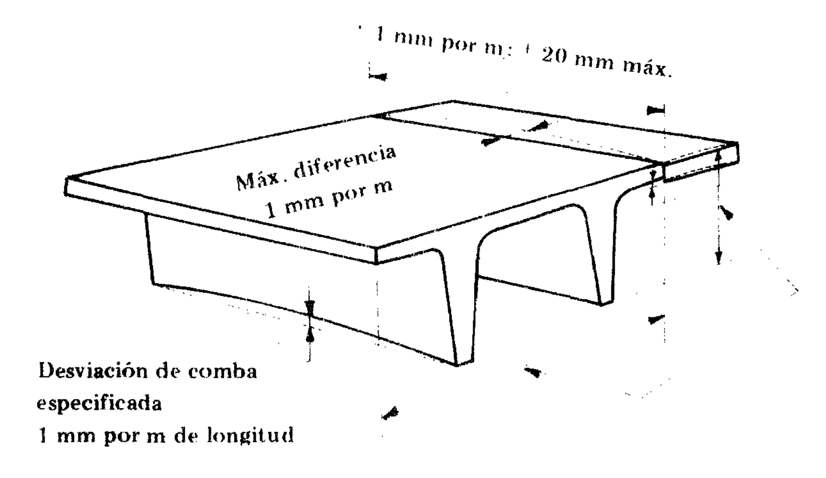
Algunos de los factores anteriores son materias de diseño, y algunos depende del control de calidad en la fabricación, curado y almacenamiento.

El diseñador deberá revisar la deflexión de comba, permitiendo el deslizamiento y contracción, para estar seguro de que la fuerza de preesforzado en el hormigón produce no solamente la capacidad de llevar la carga sino también la comba deseada.

Para satisfacer la tolerancia de comba requerida, el fabricante deberá producir una resistencia uniforme del hormigón al tiempo de tensado. El deberá también tener cuidado en mantener dimensiones uniformes de sección transversal de los moldes y del aplanado final de las superficies de hormigón.

Las variaciones de fuerza y ubicación de tendones deberán estar usualmente mantenidas en un mínimo, y el diseñador deberá especificar una tolerancia cuando el control de comba es crítico en la construcción. Unidades del techo y peso de hormigón preesforzado, tales como "*tes*" simples y dobles, con una relación de alta luz o profundidad, son muy sensitivas a la variación de comba. Pequeñas variaciones de porcentaje en fuerza de preesfuerzo y ubicación de tendones causan grandes variaciones en porcentaje en la comba. En muchos casos, sería necesario regular la comba de estas unidades después de la erección mediante dispositivos de nivelación. Cuando la regulación de las unidades del piso y techo es necesaria, el diseñador deberá especificar el procedimiento y los resultados deseados en la erección de estas unidades.

(Continúa)



Comba diferencial máxima
entre miembros adyacentes:
la mitad de la desviación permitida
della comba especificada.

Tolerancias de sección transversal

Secciones < 150 mm, ± 3 mm
Secciones de 150 a 450 mm, ± 5 mm
Secciones de 450 a 900 mm, ± 6 mm
Secciones > 900, ± 10 mm

(Continúa)

10.3.3.3 *Acabados.* Los acabados del hormigón deberán ser claramente establecidos por el diseñador e incluidos en los dibujos de taller. La clasificación de los acabados podrá estar de acuerdo a las *"Especificaciones para Hormigón Estructural para los Edificios (ACI 301-72)"* o similar al método esbozado por la Oficina de Reclamos en su Manual de Hormigón, 7ma. edición.

10.3.4 *Soldadura*

(1) La soldadura por puntos de las varillas de grandes diámetros, varillas pequeñas para elementos estructurales pesados, los amarres de columna a la armadura vertical, cajas de bloque extremo preesforzado y aplicaciones similares, particularmente cuando el elemento más grande está frío, podrá resultar en formación de una pequeña parte quebradiza en el elemento más grande, conduciéndolo a su repentina y prematura falla.

2) La soldadura a la parte trabajada en frío en el doblado de una varilla ha causado problema.

3) Cualquier soldadura en la vecindad inmediata del alambre o de torones de alta tensión deberá evitarse dentro de una distancia a través de la cual la salpicadura, calor directo, o corriente de corto circuito pueda fluir. La alza de temperatura debida a un efecto directo del calor de soldadura o el efecto indirecto del flujo de corriente a través del alambre o torón de alta tensión puede causar una pérdida súbita de tensión.

4) Evitar la soldadura a cualesquier elementos de metal embebidos, los que pueden causar daño al hormigón adyacente por agrietado, en particular donde la expansión del metal calentado es retardada por hormigón.

5) Las varillas de refuerzo utilizadas como anclajes de tope para las conexiones soldadas, particularmente cuando están embebidas en el hormigón en frío, pueden aguantar un efecto para temple, el cual deberá evitarse. Dichos anclajes deberán extenderse lo suficiente del hormigón, para permitir un enfriamiento normal de las temperaturas de suelda. La distancia mínima depende del diámetro de varilla, temperaturas del aire y del hormigón, tipo de soldadura, etc.

6) La soldadura, en general, deberá estar en conformidad con los requerimientos de la Norma de la Sociedad Americana de Soldadura, AWS D12.1-61, *"Práctica Recomendada para soldar acero de refuerzo, inserciones metálicas, y conexiones en construcción de Hormigón Armado"*, en todo lo que sean aplicables.

10.3.5 *Notas variadas de precaución para diseñadores y dibujantes*

1) La compatibilidad de los requerimientos de comba prescritos en las especificaciones o indicadas en los dibujos de taller con los requerimientos de diseño arquitectónico y estructural, tanto como los procedimientos de levantamiento, deberá ser asegurada.

(Continúa)

2) Cuando se requiere un acabado especial o un tratamiento arquitectónico de hormigón prefabricado, el diseñador deberá proveer la presentación de muestras o especificaciones explícitas para la calidad de trabajo considerada.

10.4 Estructuras de carreteras

10.4.1 *Consideraciones generales*

Los dibujos de ingeniería para puentes de hormigón prefabricado y preesforzado son una parte de los documentos de contrato de construcción. El uso de hormigón prefabricado y preesforzado en puentes ha llegado a ser de importancia creciente. Aunque muchos puentes son una combinación de hormigón moldeado en obra y hormigón prefabricado-preesforzado, en situaciones especiales los puentes han estado completamente ensamblados de elementos de hormigón prefabricado y preesforzado.

Para las partes de hormigón moldeado en obra del puente, el diseñador usualmente incluye dibujos de ubicación que contienen toda la información requerida para la construcción, incluyendo las listas de varillas y las marcas de identificación para el acero de refuerzo, las cuales no requieren de detalles adicionales. Sin embargo, las partes prefabricadas-preesforzadas son sujeto de detalle dependiendo de la práctica de taller del fabricante.

Usualmente los contratos de construcción de puentes están basados sobre precios unitarios para materiales trabajados dentro de la estructura, tales como hormigón por metro cúbico y acero de refuerzo por kilogramo de hormigón moldeado en la obra y viguetas y partes de hormigón prefabricado por metro lineal, etc.

Los elementos de hormigón prefabricado y preesforzado son dibujados por el fabricante, y el diseñador del puente deberá incluir sobre sus dibujos la información suficiente para trasladar al contratante todos los requerimientos de ingeniería y diseño.

Para los elementos de hormigón preesforzado, el diseñador de puentes deberá mostrar:

1) Delineación de todos los elementos de hormigón.
2) Tolerancias, si es necesario, en la ubicación de los miembros en estructura completa.
3) Detalles completos para miembros de conexión.
4) Fuerzas de preesforzado y su ubicación.
5) La resistencia de hormigón en el tiempo de preesforzado.

Los diseñadores de puentes deberán también establecer la responsabilidad del contratista al preparar los dibujos y planos de taller para la erección y arriostramiento de los miembros de hormigón prefabricado-preesforzado. Estos dibujos y planos deberán presentarse al ingeniero de puentes para la revisión y aprobación previas a la fabricación.

(Continúa)

10.4.2 *Procedimientos de dibujos*

Los procedimientos esforzados en la sección 10.3.2 son generalmente aplicables para puentes de hormigón prefabricado y preesforzado. El lector deberá estudiar los dibujos para una información adicional sobre detalles comprendidos en los dibujos de taller para puentes de hormigón preesforzado.

10.4.3 *Tolerancias*

Las tolerancias para los miembros de puentes deberán correlacionarse a los requisitos de diseño. Ellas deberán ser razonables y capaces de una producción dentro de límites económicos. La experiencia en la industria ha indicado valores prácticos para tolerancias, y a menos que consideraciones especiales de diseño dicten tolerancias más aproximadas, los límites siguientes son recomendados:

VIGAS I DE HORMIGON PREFABRICADO Y PREESFORZADO

Profundidad (alas, mallas y filetes)	± 6mm
Profundidad (total)	+ 12 mm a – 6 mm
Anchura (alas y filetes)	+ 10 mm a – 6 mm
Anchura (malla)	+ 10 mm a – 6 mm
Longitud de viga	± 20 mm
Extremos de viga expuestas (desviación de sesgo cuadrado o designado)	horizontal ± 6 mm vertical ± 10 mm por metro de altura de viga
Insertaciones laterales (espaciamiento entre los centros de insertaciones y desde los centros de las insertaciones a los extremos de las vigas)	± 12 mm
Lámina de soporte espaciamiento entre los centros de lámina de soporte)	± 3 mm por 3 m pero mayor que 20 mm
Lámina de soporte (espaciamiento desde los centros de láminas de soporte a los extremos de las vigas)	± 6 mm
Lámina de soporte o áreas de soporte (desviación del plano)	± 3 mm
Varillas de estribo (proyección sobre la parte superior de la viga)	+ 6 m – 20 mm
Varillas de estribo (espaciamiento longitudinal)	± 25 mm
Varillas de estribo extremo	no más que 50 mm desde el extremo de la viga
Alineación horizontal (desviación de la línea recta paralela a la línea del eje de viga)	12 mm hasta 12 m 20 mm de 12 a 18 m 25 mm más de 18 m
Comba diferencial de comba de diseño	± 3 mm por 3 m de tramo superior a un máximo de 20 mm

(Continúa)

Centro de gravedad del grupo torón	± 6 mm
Centro de gravedad de grupo torón depresado en el extremo de la viga	± 6 mm
Posición de ducto post-tensado	± 6 mm
Posición de puntos mantenidos hacia abajo para torones depresados	± 150 mm
Posición de dispositivos de manejo	± 150 mm

VIGAS DE CAJON PREFABRICADAS Y PRETENSADAS Y LOSAS PLANAS

Profundidad (losa superior)	± 12 mm
Profundidad (losa inferior)	+ 12 mm a − 3 mm
Profundidad (total)	± 6 mm
Anchura (malla)	± 10 mm
Anchura (total)	± 6 mm
Longitud	± 20 mm
Posición vacía	± 12 mm del extremo de vacío al agujero de amarre central; ± 25 mm adyacente al bloque extremo
Extremos cuadrados (desviación del cuadro)	± 12 mm
Extremos oblicuos (desviación del sesgo designado)	± 12 mm
Area de carga del asentamiento de viga (variación de la superficie plana cuando es ensayada con el borde recto) a través de la mitad del miembro	± 3 mm
Alineación horizontal (desviación de la línea recta paralela a la línea central del miembro)	6 mm longitud de 12 m 10 mm para 12 m a 18 m 12 mm sobre 18 m de longitud
Tubos de anclaje (espaciamiento entre los centros de tubos y desde los centros de tubos a los extremos y lados del miembro)	± 12 mm
Tubos de rodillo de amarre (espaciamiento entre los centros de los tubos)	± 12 mm
Tubos de rodillo de amarre (espaciamiento de los centros de tubos a la parte inferior de la viga)	± 10 mm
Anchura total de plataforma. Anchura teórica	+ 12 mm por unión
Diferencial de comba entre unidades adyacentes	6 mm por 3 m y 20 mm máximo
Diferencial de comba de la comba de diseño	Igual como en vigas I
Posición de insertaciones a los lados	Igual como en vigas I
Posición de varilla de estribo	Igual como en vigas I
Posición de tendón	Igual como en vigas I
Posición de dispositivos de manejo	Igual como en vigas I

ESTACADA DE HORMIGON PREFABRICADO PREESFORZADO

Anchura o diámetro	6 mm a + 10 mm
Desviación de escuadría	3 mm por 300 mm de ancho

(Continúa)

Longitud de la estacada	± 38 mm
Alineamiento horizontal (desviación de una línea recta paralela a la línea central de la estacada)	3 mm por 3 m
Ubicación del vacío	± 6 mm
Varillas de estribo o posición del espiral	± 20 mm
Posición del tendón	± 6 mm
Posición de dispositivo de manejo	± 150 mm

(Continúa)

LAMINA 10-1A. PUENTE DE VIGA MAESTRA DE HORMIGON PREESFORZADO CON PLATAFORMA DE HORMIGON REFORZADO MOLDEADO EN OBRA Y ESTRIBO (APOYO) - DIBUJO DE INGENIERIA

(VER PAGINA 185)

Esta estructura describe las vigas maestras de hormigón prefabricado-preesforzado, diseñado para actuar conjuntamente con la losa de plataforma de calzada. Unicamente la superestructura es indicada aquí para ilustrar el método de preparación del dibujo de ingeniería.

El detalle de acero de refuerzo para losa de calzada de hormigón moldeado en obra, borcillos y pared de parapeto es presentado en la manera usual para puentes.

Para este puente el diseñador ha indicado el tamaño y ubicación de tendones preesforzados.

Aunque el ejemplo indica una luz de 12 m, los puentes de viga maestra de hormigón preesforzado de este tipo tienen capacidades de luz libre de 37,5 a 42 m, dependiendo de las alturas de la viga maestra. Adicionalmente a la economía y al bajo costo de mantenimiento, este tipo de puente también tiene la ventaja de que puede levantarse sin el apuntalamiento requerido.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 10 - 1B. VIGA MAESTRA DE HORMIGON PREESFORZADO -DIBUJO DE TALLER

(VER PAGINA 186)

El dibujo de taller de viga maestra de hormigón preesforzado muestra las ubicaciones de los tendones preesforzados y el ensamble de acero de refuerzo.

Los estribos se proyectan sobre el reborde superior de la viga maestra para proporcionar el anclaje con la losa de plataforma. Para proporcionar unión entre la viga maestra y la losa, la superficie de reborde superior es un terminado rugoso.

Las notas incluyen especificaciones para mezcla y resistencia de hormigón, acero preesforzado y de refuerzo y manejo de vigas maestras.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 10-2A. PUENTE DE VIGA MAESTRA DE HORMIGON PREFABRICADO PREESFORZADO
DIBUJO DE INGENIERIA

(VER PAGINA 187)

Este puente está ensamblado a base de elementos prefabricados y unidos junto con las conexiones de lechada de cemento. Es usualmente fabricado en una planta y entregado en el sitio de trabajo, y es especialmente apropiado para una construcción rápida en sitios remotos a las fuentes de hormigón mezclado en tránsito.

Puede ser levantado en climas donde el severo clima de invierno podría impedir la colocación de hormigón fresco. Las vigas maestras y pilares son de hormigón preesforzado y las tapas de los pilares son reforzadas-prefabricadas con varillas preformadas.

El tipo de acero preesforzado ha sido dejado, en este caso, para el colocador, y el dibujo de ingeniería muestra únicamente las fuerzas de preesfuerzo, y las ubicaciones resultantes de la fuerza. Las vigas maestras deberán ser levantadas en ubicaciones designadas, debido a las presiones causadas por la fuerza de preesfuerzo, y los lazos de elevación son por tanto mostrados sobre el dibujo de ingeniería.

El acero de refuerzo embebido en el hormigón prefabricado es identificado por un número de marca y detallado por el diagrama de doblado de varillas. Otros artículos metálicos embebidos y ensambles soldados son mostrados en detalles. Las notas que explican la mezcla de hormigón y los requerimientos de resistencia están incluidos. Los requerimientos del acero de preesfuerzo, sobre los cuales el diseño está basado, son usualmente incluidos para la información del colocador.

NOTA: Este puente no estuvo sujeto a las especificaciones AASHO. Algunas variaciones menores serán anotadas.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 10-2B. PUENTE DE VIGA MAESTRA DE HORMIGON PREFABRICADO PREESFORZADO DIBUJO DE TALLER

(VER PAGINA 188)

Este dibujo ilustra los detalles de producción del armador para la fabricación de la viga maestra de hormigón preesforzado. Las dimensiones de detalle para el contorno del hormigón, tanto como todos los artículos de metal embebidos están indicados.

Todas las varillas de refuerzo son detalladas y asignadas números de marca. Los estribos son ensamblados junto con el refuerzo de la plataforma. Este ensamblado es identificado por marca K.

Artículos metálicos recubiertos especiales, tales como lazos de elevación, anclajes de postensión, inserciones enroscadas, y manguitos son identificados por números de marca.

Las notas generales incluyen el diseño de mezcla de hormigón y requerimientos de resistencia, las especificaciones de lechada para pos tensión, y datos de preesforzado.

Debido a las fuerzas generadas dentro de la viga maestra, los puntos de soporte durante el almacenamiento y transporte son especificados y anotados sobre el dibujo.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 10-3A. TECHO DE HORMIGON PREESFORZADO PARA CONSTRUCCION DE UN SOLO PISO -DIBUJO DE INGENIERIA

(VER PAGINA 189)

Este dibujo muestra un sistema de techo con viga-T de hormigón preesforzado para una luz libre de 15,6 mm. Las aberturas para tragaluces son entalladas en el ala de la sección-T.

Están incluidos el plano de estructura de techo, la elevación y secciones en la viga-T. También está indicada la ubicación del preesfuerzo resultante y la fuerza final requerida.

Los detalles para conectar las alas de las vigas T adyacentes y conexiones de la viga a la columna están indicados.

El acero de refuerzo para el alma y ala, tanto como un refuerzo especial alrededor de las aberturas de tragaluz, está indicado.

Las notas incluyen la información necesaria sobre hormigón y acero preesforzado, recubrimiento mínimo de hormigón, acabado del hormigón y colocación de las inserciones y aberturas especiales.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 10-3B. TECHO DE HORMIGON PREESFORZADO PARA CONSTRUCCION DE UN SOLO PISO -DIBUJO DE TALLER

(VER PAGINA 190)

El dibujo de taller para las vigas-T de techo incluye un plano de colocación de techo en el cual cada viga está dada una marca de identificación.

Todas las varillas deformadas son marcadas y tabuladas sobre las planillas de vigas y varillas. La información de la viga típica es mostrada sobre un plano y elevación. Anotar que una tolerancia está hecha para el acortamiento de la viga al especificar la longitud de fundido en este miembro.

La información de preesfuerzo, incluyendo el detalle de apuntalamiento o anclaje para el tendón deflejado, tanto como la ubicación del tendón, está indicada.

Los detalles para artículos especiales de metal embebidos son incluidos y sus ubicaciones están aclaradas por notas.

Los extremos de las vigas en T son volados más allá de las paredes de este edificio, y las notas que se refieren al acabado final están incluidas. Las notas que tratan de los requerimientos de resistencia de la mezcla de hormigón, acero preesforzado y de refuerzo, acabado de vigas y el manejo de vigas, son también incluidos en el dibujo de taller.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 10-4A. EDIFICIO PREFABRICADO DE VARIOS PISOS -DIBUJO DE INGENIERIA

(VER PAGINA 191)

Un piso únicamente de una estructura de varios pisos está incluido, como la repetición en la construcción prefabricada resulta en una mayor economía y debe ser considerada en el diseño de todos los pisos, tanto como los miembros separados. Las planillas no están completas para todo el edificio, debido a que el espacio es limitado. Las planillas indicadas se aplican únicamente a un área de edificio. Los detalles de los miembros, las conexiones temporales y permanentes, aberturas, tolerancias, tendones, y refuerzo, deberán ser mostrados completamente. Las conexiones y detalles mostrados no son necesariamente aplicables o normales para todos los edificios. El diseñador deberá seleccionar las conexiones más apropiadas para las condiciones particulares de cada edificio. Las ideas del diseñador deberán ser delineadas tan claramente como sea posible, para eliminar la confusión y la incomprensión durante la fabricación y levantamiento de la estructura.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria: éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continua)

LAMINA 10-4B. EDIFICIO PREFABRICADO DE VARIOS PISOS -PLANO Y DETALLES DE COLOCACION DE PISO - LAMINA 1 DE 2

(VER PAGINA 192)

El plano de colocación de piso es para uso del constructor para colocar los miembros prefabricados y para indicar la ubicación de los diversos detalles que están incluidos para darle a él la información de levantamiento necesaria para colocar los miembros apropiadamente. Los planos y secciones de los miembros prefabricados son para uso en el patio de prefabricación. Estos deberán claramente mostrar todas las dimensiones, refuerzo, tendones e inserciones para cada miembro. Puede ser necesario proporcionar varias secciones y/o elevaciones del miembro para dar toda la información para el maestro de obra del prefabricado. Los detalles de la fabricación completa ahorrarán tiempo en el patio de prefabricación, eliminarán rechazos debido a omisiones, permitirán al diseñador revisar y aprobar los miembros prefabricados antes de la prefabricación.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseño, aunque en general reúnen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica.

(Continúa)

LAMINA 10-4C. EDIFICIO PREFABRICADO DE VARIOS PISOS -DETALLES DE FABRICACION LAMINA DOS DE DOS

(VER PAGINA 193)

Los planos y secciones para losas preesforzadas, y elevaciones, secciones y detalles para columnas son mostrados. La información de la columna es más completa que la mostrada en el dibujo de ingeniería, con el fin de mostrar una elevación completa de la columna, antes de únicamente una elevación parcial.

** Los dibujos de ingeniería y ubicación presentados en esta manual muestran los métodos normales para presentar información. Estos no son considerados como recomendaciones para diseno, aunque en general reunen los requerimientos de ACI 318-71 o aquellas especificaciones AASHO. Los dibujos son considerados para enfatizar que el diseñador debe comunicar al dibujante exactamente lo que es requerido. Las ubicaciones específicas de puntos de corte, doblados, cantidades de acero, etc., muestran cómo el diseñador y el dibujante trasladan la información necesaria; éstas no son recomendaciones de diseño para una estructura específica

(Continúa)

APENDICE A

DETALLES SISMICOS PARA ESTRUCTURAS DUCTILES ESPECIALES

ESTRUCTURAS RESISTENTES A TERREMOTOS

Los miembros principales de estructuras están sujetos a inversión de esfuerzos por las cargas de un terremoto. Las provisiones de ACI 318-63 satisfacían los requerimientos de diseño para muchos edificios sujetos a fuerzas sísmicas. Sin embargo, el nuevo Código (318-71), incluyendo el Apéndice A, provee una mayor resistencia para las estructuras en forma de nuevas provisiones para corte, torsión, anclaje y diseño de unión. Las estructuras diseñadas por ACI 318-63, o por las provisiones básicas de ACI 318-71, deben ser suficientes para estructuras ordinarias y altas, construidas en zonas sísmicas donde el riesgo de daño menor o moderado por los terremotos está indicado.

En una zona sísmica donde el riesgo de daño mayor por terremotos está indicado, se requiere una estructura de mayor ductilidad. Como un sistema elastoplástico, tal estructura es diseñada para resistir desplazamientos laterales reversibles después de la formación de articulaciones plásticas. Estas estructuras pueden utilizarse con o sin muros de corte y son llamadas "*estructuras dúctiles especiales*" en el Apendice A del ACI 318-71.

La discusión siguiente pertenece únicamente a las "*estructuras dúctiles especiales*", como se especifica en el Apéndice A de la ACI 318-71. Este tema es tratado para ilustrar lo que el diseñador deberá indicar al dibujante (y familiarizar al dibujo con los detalles de refuerzo especial). Mucho de esto podrá hacerse como digramas esquemáticos, como indican las figuras A-1 y A-2. Algunos detalles deberán ser mostrados en los dibujos de diseño, como en la figura A-5. Los detalles indicados son, en principio, aplicables a "*estructuras de espacio resistentes a momentos dúctiles*" en la zona más altamente sísmica, los cuales son requeridos actualmente por algunos códigos de la construcción.

REQUERIMIENTOS GENERALES DEL CODIGO

La máxima resistencia de fluencia especificada para el acero de refuerzo es igual a 4 200 kgf/cm^2. La mínima resistencia de hormigón especificada f'c es 210 kgf/cm^2. Las uniones deberán moldearse en la obra.

VIGAS

El acero longitudinal de la parte superior e inferior para estructuras de vigas en ambos lados de um columna deberá extenderse a través de la columna sin empalmes (ver figura 1). Un mínimo de 1/3 del acero superior deberá extender la distancia de anclaje más allá del punto extremo de inflexión, pero no menos de 1/4 de la luz libre más alla de la cara del soporte, y por lo menos 1/4 del acero superior deberá ser continuo a lo largo de toda la viga. Las va

(Continúa)

rillas superiores continuas deberán ser empalmadas cerca del centro de una luz en estructuras regulares, donde los momentos del terremoto son usualmente mínimos y los momentos de carga por gravedad usualmente no podrucen esfuerzos a tensión.

En las uniones de viga-columna, las varillas inferiores de la viga deberán tener un área no menor que la mitad de las varillas superiores y deberán extenderse a través de la columna y anclaje en una región de tensión mínima. El diseñador deberá indicar dónde las varillas terminan, en lugar de dejar esto al dibujante.

En las columnas exteriores, el acero superior e inferior deberá extenderse a la cara más lejana de la región confinada. Estas varillas deberán ser terminadas dentro del núcleo con ganchos estándar o extendidos después de un doblado a 90 grados. El radio de doblado no deberá ser menor que 4 (pero de preferencia 6) diámetros de varillas. La longitud de anclaje de las varillas de viga longitudinales no deberá ser menor que 400 mm. Las varillas de armadura dobladas no son recomendadas, debido a un punto de doblado o a un estribo inclinado que puede ser un punto de debilidad severo cuando está sujeto a una inversión de esfuerzo. Los estribos deberán ser provistos para una longitud total de vigas, con un tamaño mínimo de 10 mm espaciado en no más de d/2. Dentro de una distancia de 4d desde los extremos de las vigas, se requieren estribos adicionales espaciados en no más de d/4. Las provisiones del código regulan el tamaño y el espaciamiento de estos estribos. Un mínimo de dos estribos en cada extremo deberá ser amarres-estribos. Un amarre-estribo es un estribo cerrado de una sola pieza, no menor que 10 mm de tamaño, con ganchos de 135 grados con extensiones de 10-diámetros en los extremos. Los amarres-estribos deberán también ser provistos donde las varillas son utilizadas como acero de compresión, y donde quiera que las varillas estén en empalme traslapado en una región expuesta a tensión. Los amarres-estribo utilizados para el acero de compresión y las varillas empalmadas deberán ser espaciadas no más lejos que 16 diámetros de amarre-estribo ó 300 mm.

COLUMNAS

Cuando P_e excede 0,4 P_b, se requieren espirales especiales o anillos circulares o rectangulares (ver figura A-2). Un anillo es un amarre cerrado continuo, no menor que 10 mm de tamaño, con ganchos de 135 grados que tengan una extensión de 10 diámetros. Los anillos deben ser provistos dentro de la unión y sobre y bajo la unión, para una distancia igual al espesor total de la columna, 1/6 de la altura libre de la columna o por lo menos 450 mm con un espaciamiento máximo de 100 mm. Las provisiones del código regulan el tamaño y espaciamiento de los anillos. No es esencial que los anillos estén en contacto con la armadura vertical doblada en retiro de las columnas.

La armadura vertical de las columnas puede ser empalmada por traslapo o por empalmes a tope, excepto que los empalmes traslapados no son permitidos por varillas de 44 mm y de 58 mm. Los empalmes serán ubicados cerca de la altura de medio piso donde los momentos del terremoto y de la gravedad son usualmente mínimos, excepto en los pisos más bajos de los edificios de estructura alta con vigas flexibles, las cuales requieren consideración especial. Los empalmes de carga extrema alineada para compresión únicamente pueden utilizarse

(Continúa)

con varillas simples o atadas. Donde los empalmes de carga extrema son utilizados, estos empalmes deberán ser alternados, de tal manera que un mínimo de 1/4 de las varillas en cada cara continúen sin empalme. Los traslapos de varillas verticales no deberán ser menos que 30 diámetros de varilla ó 400 mm, cualquiera que sea mayor. Cuando la continuidad es establecida mediante dispositivos de soldadura o mecánicas, no más de 1/4 de las varillas pueden ser empalmadas a cualquier nivel, y la distancia entre los niveles de empalme de varillas adyacentes no deberá ser menor de 300 mm.

Las varillas unidas de área igual y con tres o cuatro varillas por atada pueden sustituirse por varillas verticales simples de columna. Podrán requerirse amarres adicionales.

MUROS DE CORTE

El refuerzo de anillo o espiral es requerido en los "*elementos de límite vertical*" para la altura total del muro. Los empalmes del refuerzo principal no deberán ser menores que 30 diámetros de varilla ni 400 mm. Cuando la continuidad es establecida por dispositivos de soldadura o mecánicos, no más de 1/4 de las varillas podrá ser empalmado en cualquier nivel y la distancia entre los niveles de empalme de varillas adyacentes no deberán ser menor que 300 mm.

COMO EVITAR LA CONGESTION DE VARILLAS EN LAS UNIONES

Es importante para el diseñador estudiar la disposición de varillas cuidadosamente y dar al dibujante la información apropiada. Este estudio ayudará a evitar la congestión en uniones de viga-columna de varillas de vigas, varillas de columna y anillos de unión. Un dibujo en escala grande o un modelo de los detalles de unión, como el indicador en la figura A-3 ó A-4, puede ser valioso para asegurar un diseño que pueda ensamblarse y aplicarse.

(Continúa)

FIGURA A-3. Dibujo típico a escala del detalle de una junta.

FIGURA A-4. Refuerzo de una junta viga - columna.

APENDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

INEN 72	*Formatos de papeles. Series de formatos finales.*
INEN 568	*Dibujo de Arquitectura y Construcción. Formas de presentación, formatos y escalas.*
ACI-301-72	*Specifications for Structural Concrete for Buildings.*
ACI-318-71	*Building Code Requirements for Reforced Concrete.*
ASTM-A-29	*Specification for Steel Bars, Carbon and Alloy Hot Wrought and Cold - Finished. General Requirements for.*
ASTM-A-82	*Specification for Steel Wire. Plain, for Concrete Reinforcement.*
ASTM-A-185	*Specification for Steel Welded Wire, Fabric, Plain, for Concrete Reinforcement.*
ASTM-A-322	*Specification for Steel Bars, Alloy, Standard Grades.*
ASTM-A-416	*Specification for Uncoated Seven - Wire Stress - Relieved Steel Strand for Prestressed Concrete.*
ASTM-A-421	*Specification for Uncoated Stress - Relieved Wire for Prestressed Concrete.*
ASTM-A-496	*Specification for Steel Wire, Deformed, for Reinforced Concrete.*
ASTM-A-497	*Specification for Wilded Deformed Steel Wire Fabric for Concrete Reinforcement.*
ASTM-A-615	*Specification for Deformed and Plain Billet - Steel Bars for concrete reinforcement*
ASTM-A-616	*Specification for Rail - Steel Deformed and Plain Bars for Concrete Reinforcement.*
ASTM-A-617	*Specification for Axle-Steel Deformed and Plain Bars for Concrete Reinforcement.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

ACI 315-74 *Manual of Standard Practice for Detailing Reinforced Concrete Structures.* American Concrete Institute. Detroit, Michigan, 1974.